

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN- TARAPOTO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CALZADA
– EMPALME SM 597 (SUNISACHA)- EMPALME SM 599
(FAUSTINO MALDONADO) DISTRITO DE CALZADA
PROVINCIA DE MOYOBAMBA REGION SAN MARTIN

TESIS

PRESENTADA PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

POR:

BACH.: SEGUNDO CESPEDES HERNÁNDEZ LÓPEZ

BACH.: CÉSAR MALQUI TELLO

ASESOR: Ing. VICTOR HUGO SANCHEZ MERCADO

TOMO I

TARAPOTO – PERÚ
2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN- TARAPOTO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CALZADA
– EMPALME SM 597 (SUNISACHA)- EMPALME SM 599
(FAUSTINO MALDONADO) DISTRITO DE CALZADA
PROVINCIA DE MOYOBAMBA REGION SAN MARTIN**

TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

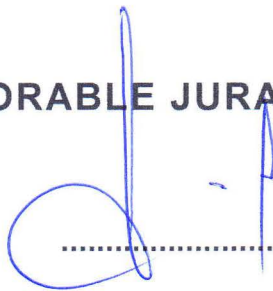
POR:

BACH. : SEGUNDO CESPEDES HERNÁNDEZ LÓPEZ

BACH. : CÉSAR MALQUI TELLO

SUSTENTADA Y APROBADA ANTE EL HONORABLE JURADO:

PRESIDENTE: ING. JORGE ISAACS RIOJA DIAZ



.....

SECRETARIO: ING. CARLOS SEGUNDO HUAMAN TORREJON



.....

MIEMBRO: ING. RUBEN DEL AGUILA PANDURO



.....

ASESOR: ING. VICTOR HUGO SANCHEZ MERCADO



.....

Formato de autorización **NO EXCLUSIVA** para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	Malqui Tello César			
Código de alumno :	103121	Teléfono:	993179320	
Correo electrónico:	Cmalquit@gmail.com		DNI:	71075365

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	Ingeniería Civil y Arquitectura
Escuela Académico Profesional de:	Ingeniería Civil

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(x)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título :	Estudio definitivo del camino vecinal Calzada - Empalme 1597 (Sonizacha) - Empalme SM-599 (Faustino Maldonado) Distrito de Calzada Provincia de Moyobamba Region San Martín
Año de publicación:	

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(x)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia **CREATIVE COMMONS**

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".



Firma del Autor

8. Para ser llenado por la Biblioteca central o especializada

Fecha de recepción del documento por el Sistema de Bibliotecas:

28 / 09 / 2017



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN TARAPOTO
UNIDAD DE BIBLIOTECA CENTRAL

Prof. Alicia Mercedes Grández Chávez
JEFE DE LA UNIDAD DE BIBLIOTECA CENTRAL

Firma de Unid. de Biblioteca

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**** Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	Hernández López Segundo Cespedes		
Código de alumno :	103118	Teléfono:	959019455
Correo electrónico:	csps-1992@hotmail.com	DNI:	71741224

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	Ingeniería Civil y Arquitectura
Escuela Académico Profesional de:	Ingeniería Civil

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título :	Estudio definitivo del camino vecinal Calzada-Empalme SM 597 (Sumisacha)-Empalme SM 599 (Faustino Maldonado) Distrito de Calzada Provincia de Moyobamba Region San Martin.
Año de publicación:	

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia CREATIVE COMMONS

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12º del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".


Firma del Autor

8. Para ser llenado por la Biblioteca central o especializada

Fecha de recepción del documento por el Sistema de Bibliotecas:

28 / 09 / 2017



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN TARAPOTO
UNIDAD DE BIBLIOTECA CENTRAL



Prof. Alicia Mercedes Grández Chávez
JEFE DE LA UNIDAD DE BIBLIOTECA CENTRAL

Firma de Unid. de Biblioteca

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

** **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

DEDICATORIA

Dedicamos en primer lugar y sobre todas las cosas a **Dios**, por ser el que nos daba la fuerza para poder realizar el trabajo.

A nuestros padres, por el apoyo incondicional brindado y que hizo posible la realización de este proyecto.

AGRADECIMIENTO

- Agradecemos a DIOS por habernos acompañado y guiado a lo largo de nuestra carrera, por ser nuestra fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarnos una vida llena de aprendizajes, experiencia y sobre todo felicidad.

- A la UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN por darnos la oportunidad de estudiar y ser profesionales.

- A los Ingenieros de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín, porque todos han aportado a nuestra formación, por sus consejos, sus enseñanzas y más que todo por su amistad.

- Al Ing., Asesor de la presente Tesis, por su apoyo incondicional, tanto moral como académico, para lograr el presente objetivo.

- Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

RESUMEN

El presente proyecto de tesis denominado “**ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CALZADA – EMPALME SM 597 (SUNISACHA)- EMPALME SM 599 (FAUSTINO MALDONADO) DISTRITO DE CALZADA PROVINCIA DE MOYOBAMBA REGION SAN MARTIN**” se desarrolló en la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín.

El planteamiento del proyecto de tesis surgió ante la necesidad de la población por los altos costos de transporte de los productos en un camino vecinal en mal estado y un bajo nivel de vida de la población de Calzada, por lo que las poblaciones de Sunisacha y Faustino Maldonado, están siendo influenciadas por la carencia de una carretera afirmada que de buena transitabilidad de la población a los diferentes lugares de la zona.

Mediante la elaboración de este proyecto se busca que los pobladores de la localidad de Calzada el Poblado de Sunisacha y Faustino Maldonado cuenten con una carretera a nivel de afirmado eficiente que integren con los pueblos cercanos y poder transportar los productos a los mercados para su comercialización a un precio razonable y mejorar la calidad de vida, la razón por la cual es necesario efectuar el diseño geométrico del afirmado que formaran parte del estudio definitivo para la ejecución de la carretera a nivel de afirmado tramo Calzada km= 00+00 hasta la localidad de Faustino Maldonado km =09+115, buscando todos los parámetros posibles y según el reglamento de carreteras.

El Estudio Definitivo del Camino Vecinal tramo **SUNISACHA - EMPALME SM 599 FAUSTINO MALDONADO**, se desarrolló siguiendo los procedimientos establecidos del diseño hidráulico y estructural del Reglamento Nacional de Edificaciones y complementándose con el conocimiento obtenido en las aulas de clases en lo referido al estudio de suelos, topografía, impacto ambiental, dándole mejor calidad a los servicios de la carretera afirmada.

*De esta manera contribuyo al desarrollo económico y social de la localidad de **SUNISACHA y FAUSTINO MALDONADO**, incrementando el nivel de vida de su población, además de conseguir que los conocimientos sean puestos en práctica y desarrollar el sentido profesional de la carrera de ingeniería civil.*

PALABRAS CLAVES: Estudio Definitivo, Camino Vecinal, nivel de Afirmado.

ABSTRACT

The following thesis project titled as "FINAL STUDY OF THE NEIGHBORHOOD PATH CALZADA- EMPALME SM 597 (SUNISACHA) - EMPALME SM 599 (FAUSTINO MALDONADO) DISTRICT OF CALZADA PROVINCE OF MOYOBAMBA REGION SAN MARTIN" was developed in the Faculty of Civil Engineering and Architecture of the San Martin National University.

The planning of the thesis project arose from the need of the population due the high costs of transporting the products at a neighborhood path in bad state and a low standard of living of the population of Calzada, for that reason, the populations of Sunisacha and Faustino Maldonado, are being influenced by the lack of an affirmed road that of good transferability of the population to the different places of the zone.

Through the elaboration of this project it is sought that the settlers of the town of Calzada, the Villages of Sunisacha and Faustino Maldonado have a road at level of affirmed efficient that integrate with the neighboring towns and to be able to transport the products to the markets for its commercialization to a reasonable price and improve the quality of life, the reason why it is necessary to carry out the geometric design of the asserted that would form part of the definitive study for the execution of the road at the level of the stated section Calzada km = 00 + 00 to the town of Faustino Maldonadoo km = 09 + 115, looking for all possible parameters and according to road regulations.

The Definitive Study of the Neighborhood Path Section SUNISACHA - SPLICE SM 599 FAUSTINO MALDONADO, was developed following the established procedures of the hydraulic and structural design of the National Regulation and Buildings and complemented with the knowledge obtained in the classrooms in the study of soils, Topography, environmental impact, giving better quality to the services of the road affirmed.

In this way, I contributed to the economic and social development of the town of SUNISACHA and FAUSTINO MALDONADO, increasing the standard of living of its population, as well as getting the knowledge to be put into practice and developing the professional sense of the civil engineering career.

KEYWORDS: *Definitive Study, Neighborhood Road, Affirmed level.*

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
INDICE DE CONTENIDO	vi
INDICE DE GRÁFICO	viii
INDICE DE TABLAS	ix
INDICE DE CUADROS	x
I. INTRODUCCION	1
1.1 GENERALIDADES	1
1.2 EXPLORACION PRELIMINAR ORIENTANDO LA INVESTIGACION	1
1.3 ASPECTOS GENERALES DE ESTUDIO	2
1.3.1 UBICACIÓN GEOGRAFICA	2
1.3.2 CLIMA	4
1.3.4 ACCESIBILIDAD	4
1.3.5 CARACTERISTICAS SOCIO ECONOMICAS	6
1.3.6 ACTIVIDADES PRINCIPALES Y NIVELES DE VIDA	8
1.3.7 POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA	9
1.3.8 INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS BASICOS	9
1.3.9 CALENDARIO DE ACTIVIDADES TRADICIONALES	10
1.3.10 DESCRIPCION DEL PROYECTO	10
II MARCO TEORICO	12
2.1 ANTECEDENTES, PLANTEAMIENTO, DELIMITACIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	12
2.1.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	12
2.1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
2.1.3 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	13
2.1.4 FORMULACIÓN DE PROBLEMA	13
2.2 OBJETIVOS	13
2.2.1. OBJETIVOS GENERAL	13
2.2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	13

2.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	14
2.4 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
2.5 MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL	15
2.5.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
2.5.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
2.5.3 MARCO CONCEPTUAL: TERMINOLOGIA BASICA.....	72
2.5.4 MARCO HISTÓRICO.....	76
2.6 HIPÓTESIS A DEMOSTRAR	77
III MATERIALES Y METODOS.....	78
3.1 MATERIALES	78
3.1.1 RECURSOS HUMANOS	78
3.1.2 RECURSOS MATERIALES	78
3.1.3 RECURSOS DE EQUIPOS.....	79
3.1.4 OTROS RECURSOS	80
3.2 METODOLOGIA.....	80
3.2.1 UNIVERSO, MUESTRA POBLACION.....	80
3.2.2 SISTEMA DE VARIABLES.....	81
3.2.3 DISEÑO EXPERIMENTAL DE LA INVESTIGACIÓN.....	81
3.2.4 DISEÑO DE INSTRUMENTOS	85
3.2.5 PROCESAMIENTO DE INFORMACION.....	88
3.2.6 OTROS ESTUDIOS ESPECIALES PRELIMINARES Y COMPLEMENTARIOS.....	106
IV RESULTADOS.....	108
4.1 CARACTERÍSTICAS MÁS SOBRESALIENTES DE LA CARRETERA	108
4.2 RESULTADOS DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	108
4.4 RESULTADOS DEL ESTUDIO DE CANTERA.....	111
4.5 RESULTADOS SOBRE EL TRÁFICO PROYECTADO.....	111
4.6 RESULTADOS DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO.....	112
4.7 PRESUPUESTO GENERAL.....	112
4.8 DRENAJE.....	112
V. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	117
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	119
6.1 CONCLUSIONES	119

6.2 RECOMENDACIONES.....	120
VII.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	121

INDICE DE GRÁFICO

GRÁFICO N° 01. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN Y DE LOS BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	3
GRAFICO N° 02. ELEMENTOS DE UNA CURVA HORIZONTAL.....	27
GRAFICO N° 03: PARA CURVAS CONVEXAS SIMÉTRICAS.....	29
FIGURA N° 03 a. Curva Convexa Simétrica.....	29
FIGURA N° 03 b. Curva Convexa Asimétrica.....	29
GRAFICO N° 04: COORDINACIÓN DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL.....	33
GRAFICO N° 05: CUADRO PARA DETERMINAR EL ESPESOR DE LA CAPA DE REVESTIMIENTO GRANULAR.....	44
GRAFICO N° 06: DRENES SUBTERRÁNEOS.....	54
GRAFICO N° 07: DRENES SUBTERRÁNEOS.....	54
GRAFICO N° 08: DIMENSIONES DE CUNETAS.....	56
GRAFICO N° 09: ELEMENTOS DE LA ALTURA CRÍTICA EN TUBOS CIRCULARES.....	58
GRAFICO N° 10: CALCULO DE LONGITUD DE UNA ALCANTARILLA CON PENDIENTE SUAVE.....	61
GRAFICO N° 11: CALCULO DE LONGITUD DE UNA ALCANTARILLA CON PENDIENTE FUERTE.....	62
GRAFICO N° 12: DETERMINACION DE ESPESOR DE LA CAPA GRANULAR BASE, MEDIANTE EL METODO NAASRA.....	98

INDICE DE TABLAS

TABLA N° 01: Centros Poblados y Población existente en el Ámbito del Proyecto.....	7
TABLA N° 02: Clasificación de los Distritos según sus Niveles de Pobreza.....	8
TABLA N° 03: Índices Absolutos Relativos.....	8
TABLA N° 04: Infraestructura De Servicios Básicos.....	10
TABLA N° 05: Distancia de visibilidad de parada (metros).....	16
TABLA N° 06: Distancia de visibilidad de adelantamiento	17
TABLA N° 07: Ángulos de deflexión máximos para los que no se requieren curva horizontal.....	19
TABLA N° 08: Necesidad de curvas de transición.....	21
TABLA N° 09: Longitud Deseable de la Curva Transición.....	22
TABLA N° 10: Longitud de Rampa de Peralte.....	24
TABLA N° 11: Pendientes máximas.....	30
TABLA N° 12: Pendientes máximas normales.....	31
TABLA N° 13: Pendientes máximas excepcionales.....	31
TABLA N° 14: Ancho mínimo deseable de la calzada en tangente (en metros)....	34
TABLA N° 15: Taludes de Relleno.....	36
TABLA N° 16: Taludes de Corte.....	36
TABLA N° 17: Porcentaje de material granulométrico.....	42
TABLA N° 18: Dimensiones mínimas de cunetas.....	52
TABLA N° 19: Longitudes de Protección en Alcantarillas con Empedrado.....	62
TABLA N° 20: Periodos de Retorno para Diseño De obras de Drenaje en Carreteras de Bajo Volumen de Transito.....	67
TABLA N° 21: Contenidos óptimos de H° y densidades secas.....	69
TABLA N° 22: Valores Correspondientes a las Muestras Patrón.....	70
TABLA N° 23: Clasificación Típica de CBR.....	70
TABLA N° 24: Carga Abrasiva, Maquina de los Ángeles.....	71
TABLA N° 25: Cantidad de las Muestras en gramo.....	71
TABLA N° 26: Porcentajes de Desgaste Para Evaluar los Resultados del Ensayo de Desgaste o Abrasión.....	71

TABLA N° 27: Clasificación de Suelos Según el índice de Grupo.....	72
TABLA N° 28: Periodos De Diseño Según Tipo De Carretera.....	91

INDICE DE CUADROS

CUADRO N° 01: Ubicación de las Calicatas.....	89
CUADRO N° 02: proyección del crecimiento poblacional de la comunidad calzada y Faustino Maldonado.....	92
CUADRO N° 03: Hectáreas de producción del área de influencia.....	92
CUADRO N° 04: Producción destinada al autoconsumo y semillas.....	93
CUADRO N° 05: Calculo de la demanda vehicular de carga descripción producción. Total, consumo semilla prod. – mercado.....	93
CUADRO N° 06: Volumen de producción de los principales productos agrícolas - con proyecto.....	94
CUADRO N° 07: Proyección de la producción destinada al consumo – ton.....	94
CUADRO N° 08: Excedente exportable de productos agrícolas – con proyecto...94	94
CUADRO N° 09: Trafico actual (situación óptima) - tramo: calzada – Faustinito Maldonado.....	95
CUADRO N° 10: Cálculo del índice medio diario.....	96
CUADRO N° 11: Matriz de Impactos Ambientales.....	108
CUADRO N° 12 De alcantarilla tipo TMC.....	113
CUADRO N° 13: Alcantarilla tipo marco 1.0 X 1.0.....	114
CUADRO N° 14: Alcantarilla tipo marco 0.55 x 0.50 – accesos.....	114
CUADRO N° 15: Cunetas triangulares de concreto.....	115
CUADRO N° 16: Badenes de concreto armado.....	115
CUADRO N° 17: Puente de concreto	115

I. INTRODUCCION

1.1 GENERALIDADES

En la región San Martín, es necesario un plan de desarrollo de la red vial, tanto en las carreteras de carácter nacional, así como las carreteras del sistema departamental y vecinal, para que integren la unidad del país, de manera que los pueblos interconectados por la red vial, puedan satisfacer sus necesidades de consumo, además de elevar el nivel social, cultural y económico de sus habitantes.

Es por esto, que la tesis que se presenta, desarrollara un aporte y contribución a la sociedad, para encarar la solución de los problemas sociales y económicos del País, y en particular para incrementar la calidad de vida de la población rural, así como para restablecer la comunicación entre el campo y la ciudad, propiciando el retorno de la población campesina a sus comunidades de origen. Siendo esta problemática limitante al desarrollo socioeconómico de los pueblos, se ha elaborado el presente trabajo de Tesis, denominado **“ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CALZADA – EMPALME SM 597 (SUNISACHA)- EMPALME SM 599 (FAUSTINO MALDONADO) DISTRITO DE CALZADA PROVINCIA DE MOYOBAMBA REGION SAN MARTIN”**. Se ha estudiado un método que abarca la aplicación en caminos de bajo volumen de tránsito, ya que para poder saber el tipo de circulación y otros parámetros de diseño en una vía se debe tener en cuenta los estudios técnicos preliminares como el Índice Medio Diario (IMD) calculándose con el método de máximo excedente productor, Análisis de Mecánica de Suelos, el clima, entre otros.

El procedimiento para hacer uso del método NAASRA es la misma técnica que se utiliza con otros métodos más conocidos de diseño de pavimentos flexibles (AASHTO, Instituto del Asfalto), se da a conocer estos dos métodos particulares ya que durante el desarrollo del proyecto se hará una breve comparación con el NAASRA y de esta manera concluir si sólo el método del proyecto es factible en el diseño de afirmado del tramo de estudio.

1.2 EXPLORACION PRELIMINAR ORIENTANDO LA INVESTIGACION

El presente trabajo de tesis pretende desarrollar el **“DISEÑO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CALZADA – EMPALME SM 597 (SUNISACHA)- EMPALME SM**

599 (FAUSTINO MALDONADO) DISTRITO DE CALZADA PROVINCIA DE MOYOBAMBA REGION SAN MARTIN”, en base a los trabajos de campo y gabinete respaldados por los correspondientes fundamentos teóricos intervinientes como son: Topografía, mecánica de suelos, hidrología, impacto ambiental.

El proyecto definitivo de ejecutarse, mejoraría las condiciones socioeconómicas de la población beneficiada y se incorporaría al sistema de caminos vecinales de la Red Vial Nacional.

Este proyecto de Tesis abarca el diseño geométrico del afirmado en el tramo mencionado, ya que se han hecho estudios de Mecánica de Suelos, estudios de tráfico, siendo un camino de bajo volumen de tránsito y es por ello que se ha utilizado el método NAASRA, ya que este diseño de afirmado pretende aplicar la colocación y mejoramiento de la base del suelo, siendo así la aportación para poder realizar un trabajo de calidad a un costo menor ya que otros métodos que se han comparado en el proyecto como el Método AASHTO y el Método del Instituto del Asfalto utilizan carpeta asfáltica (Pavimento estructural), siendo los costos mayores en caminos que tienen poco volumen de tránsito, y de esta manera no sería justificable poder aplicar estos tipos de afirmados.

1.3 ASPECTOS GENERALES DE ESTUDIO

1.3.1 UBICACIÓN GEOGRAFICA

El tramo del camino vecinal, se encuentra ubicado en las localidades de Calzada y Faustino Maldonado.

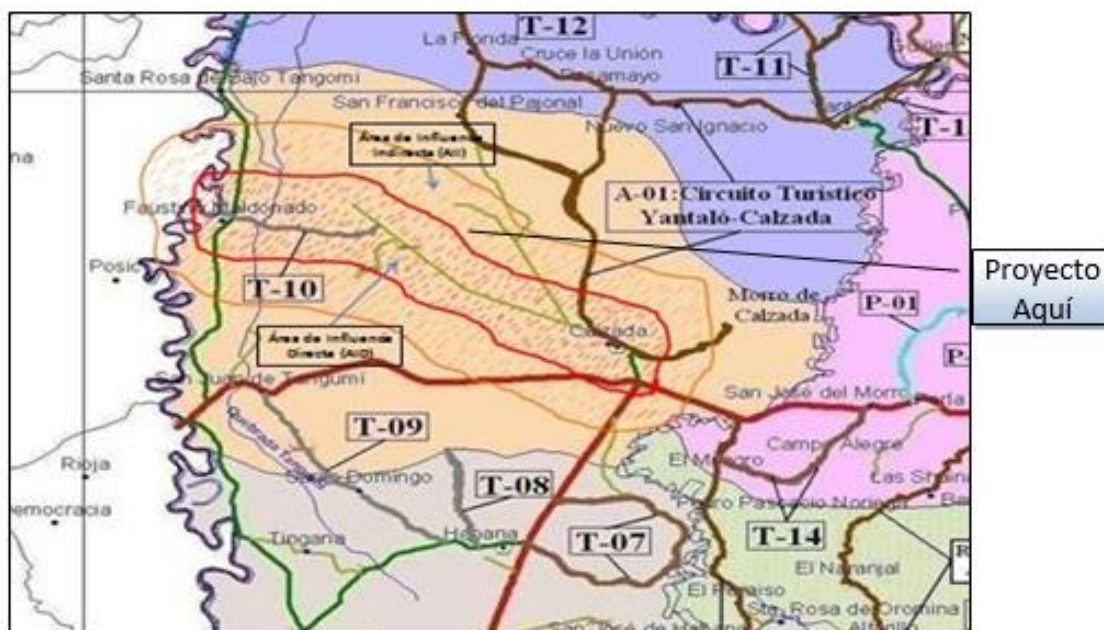
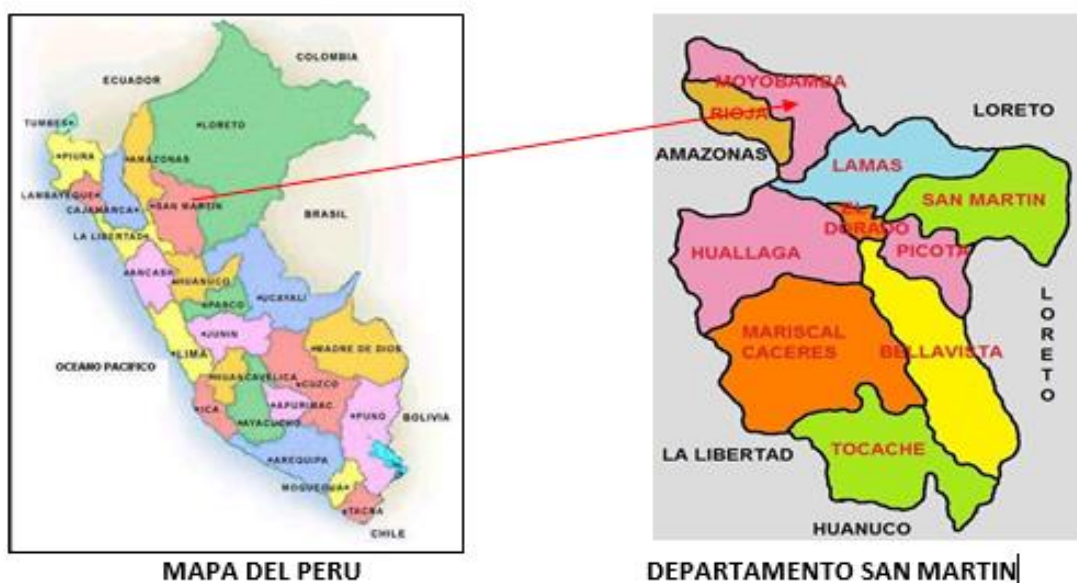
Departamento	:	San Martín
Provincia	:	Moyobamba
Distrito	:	Calzada
Localidades	:	Calzada, Faustino Maldonado

Geográficamente las localidades beneficiadas se encuentran ubicadas en las siguientes coordenadas UTM.

CALZADA : 271420 E, 33592 N

FAUSTINO MALDONADO : 263418 E 335343 N

Gráfico 1. Localización geográfica del Departamento de San Martín y de los beneficiarios del proyecto.



Vía a Intervenir Calzada - Faustino Maldonado

1.3.2 CLIMA

Según el SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA, afirma:

El camino vecinal se localiza en una zona semihúmeda, cálida y con alguna falta de agua en verano. La temperatura promedio anual es de 24 ° C. con lluvias intensas en los meses de: Diciembre, Enero, Febrero, Marzo, Abril, Junio. Las temporadas de precipitaciones han sufrido variación estacional, debido a los efectos del calentamiento global y cambio climático (Estación Pluviométrica de Tarapoto, 2014)

1.3.3 AREA DE INFLUENCIA

Con el presente proyecto de Tesis, se verán influenciados en su desarrollo socioeconómico y cultural el distrito de Calzada la Localidad de Faustino Maldonado - San Martín, así como otras comunidades aledañas.

1.3.4 ACCESIBILIDAD

La zona de trabajo cuenta con una vía terrestre principal que es la Carretera Fernando Belaunde Terry, esta vía une a la provincia de Moyobamba por el Norte con las ciudades de Rioja, Bagua, Chiclayo (Carretera Panamericana Sur y Norte); y por el sur con las ciudades de Tarapoto, Juanjui, Tocache, Tingo María, Huánuco, etc. Cabe resaltar que esta vía desde Chiclayo hasta la ciudad de Tarapoto se encuentra asfaltada, con algunos tramos que se encuentran a nivel de afirmado mayormente en tramos críticos por el condicionamiento geológico.

En conclusión, podemos afirmar que existen dos vías de acceso hasta la ciudad de Moyobamba:

- Lima-Chiclayo-Olmos-Bagua-Rioja-Moyobamba (1,497 Km.) utilizando la Carretera Panamericana Norte y luego la Carretera Fernando Belaunde Terry con una duración de 20 a 22 horas aproximadamente en ómnibus, a nivel de vía asfaltada.
- Lima – Huánuco - Tingo María – Moyobamba – Juanjui – Tarapoto - Moyobamba (1,083 Km.) utilizando la carretera Central y luego la Carretera Fernando Belaunde Terry con una duración de 30 a 32 horas aproximadamente, en ómnibus. No obstante, la menor longitud, esta ruta se encuentra a nivel de afirmado entre el Ramal de

Aspuzana (a unos 20 Km. de Tingo María) y Juanjuí, presentando tramos en muy mal estado, en particular el sub-tramo Aucayacu (a unos 45 Km. de Tingo María)-Moyobamba-Juanjuí.

Para vía aérea, Moyobamba cuenta con un aeropuerto para pequeñas aeronaves de poca capacidad como avionetas. Pero existe, cercano, el aeropuerto de la ciudad de Rioja (a 11 Km.) que se usa también como vía principal de llegada de aeronaves de gran tonelaje. Sin embargo, el acceso de mayor importancia se da a través de la ciudad de Tarapoto, a 108 Km. de la ciudad de Moyobamba.

El acceso a la zona de estudio o zona de proyecto se realiza de la siguiente manera: Partiendo desde la ciudad de Moyobamba (Electro Oriente), recorriendo 10.00km de la vía Fernando Belaunde Terry hasta la ciudad de Calzada (Plaza de Armas), avanzando hacia el noroeste aproximadamente a 300m de distancia, nos encontramos con el punto de inicio del tramo (km 0+000).

Distancias y Tiempos Promedio de Tránsito Vehicular entre las localidades de Destino y Origen

Desde	Hasta	Distancia (Km)	Tiempo Promedio de Viaje (minuto)
Moyobamba	Calzada	10.00	10.00

Fuente: Elaboración propia.

Situación actual.

Actualmente la localidad involucrada en la zona del proyecto, se encuentran disconformes, el tránsito por la vía a nivel de afirmado y trocha carrozable, está en mal estado, las continuas lluvias han hecho que el problema se agrave deteriorando la actual infraestructura vial y perjudicando el traslado de carga y pasajeros a los principales mercados de consumo local, regional y nacional.

El presente proyecto surge de la necesidad de ofrecer conectividad Directa entre las localidades de Calzada y Faustino Maldonado, la cual a su vez está conectada a la ruta

Nacional PE-5N; consolidando este tramo como un micro corredor económico al también integrar zonas agrícolas de importancia como lo es el sector Sunisacha.

El Camino en estudio, comprende a la ruta vecinal R64 y R61 que va desde Calzada hasta la localidad de Faustino Maldonado. Encontrándose la mayor parte de esta en mal estado, incrementando así los costos de transporte y originando la Intransitabilidad de vehículos por esta ruta, especialmente en las épocas de lluvia (diciembre a marzo); limitando el desarrollo en las actividades socioeconómicas de la población de la zona.

El ancho de la superficie de rodadura promedio es de 4.5 m., no cuenta con plazoletas de cruce, no tiene obras de drenaje completas o necesarias (cunetas revestidas, cunetas sin revestir, pontón) y por consiguiente el ingreso de las aguas de lluvia deterioran la superficie de rodadura, no existe ningún tipo de señalización. Por estos motivos la velocidad directriz es de 30 Km/h, no pudiendo circular los vehículos en épocas de lluvias, por lo tanto, se limita el uso de dicho camino solo a 8 meses al año.

En el transcurso del tiempo, esta vía ha carecido de un mantenimiento adecuado, por lo tanto la conservación era nula, motivo por el cual, se encuentra en pésimas condiciones de transitabilidad, ya que la actual superficie de rodadura existente, que es a nivel de terreno natural, está deteriorada y afectada por las continuas lluvias que se vienen dando en los últimos años, el cual hace que se vuelva intransitable, especialmente en sectores donde no existe un adecuado sistema de drenaje pluvial, limitando en todo sentido el tránsito (carga y pasajeros), afectando sobre todo a esa inmensa producción agrícola que se genera en esta parte del distrito de Calzada y del valle del Alto Mayo.

1.3.5 CARACTERISTICAS SOCIO ECONOMICAS

La población actual de la zona de influencia del proyecto es de 4,045 familias, organizados en comités de agricultores y clubes sociales deportivos.

Tabla 1. *Centros Poblados y Población existente en el Ámbito del Proyecto*

CENTROS POBLADOS	POBLACIÓN(hab)	SUPERFICIE CULTIVADA (ha.)
Calzada		837.14
Faustino Maldonado		725.52
T OTAL		1562.6

Fuente: INIE Censo Nacional 1993 IX Población y tasa de crecimiento 3.1%

Según el Mapa de Pobreza del INEI del 1993, la localidad de Calzada está clasificada como MUY POBRE en base a los siguientes 6 indicadores seleccionados:

- % de Tasa de Desnutrición Crónica.
- % de la población excedente en relación a las aulas en uso.
- % de población la cual excede a la capacidad de atención de las postas médicas.
- % de población sin servicio de Agua Potable, consumen agua contaminada.
- % de población sin Servicio de Alcantarillado.
- Inaccesibilidad vial, principalmente en épocas de lluvia.

Basándose en estos 6 indicadores FONCODES mediante una metodología particular ha calculado el Nivel de Vida por localidad. Luego basándose en la siguiente fórmula:
Pobreza Absoluto = 1 - Nivel de Vida * 100.

Finalmente, con miras a establecer un ordenamiento de los distritos del país se pasa posteriormente a elaborar un Índice Relativo de Pobreza, el cual es el resultado de comparar cada uno de las localidades con el distrito de menor pobreza.

Este índice permite verificar la magnitud de la brecha social de cada Distrito con respecto al distrito de menor pobreza.

Tabla 2. *Clasificación de los Distritos según sus Niveles de Pobreza*

Niveles de Pobreza	Índice de Pobreza Relativo		Clasificación
Pobre Extremo	de 40.65	a más	1
Muy Pobre	de 30.49	a 40.64	2
Pobre	de 20.33	a 30.48	3
Regular	de 10.17	a 20.32	4
Aceptable	del	a 10.16	5

Fuente: Ministerio de Economía.

Tabla 3. *Índices Absolutos Relativos*

Distrito	Ranking de un Total de 1818 distritos del Perú	Índice Absoluto	Índice Relativo	Clasificación
Calzada	498	55%	34.73	2

Fuente: FONCODES

1.3.6 ACTIVIDADES PRINCIPALES Y NIVELES DE VIDA.

El trabajo productivo realizado por la población de la zona ha sido diferente a la que se ha venido aplicando en el resto de la región. Ante el impulso al monocultivo, ellos han mantenido la producción tradicional con el sistema de la chacra agroforestal, que permite una permanente recreación del monte a partir de la utilización de la tradición nativa de la zona, que siguen los sistemas de la luna y el bajo uso de insumos externos, como la no utilización de químicos.

La chacra huerto, es una experiencia que ha sido trabajada permanentemente por los campesinos de la zona mostrando que es una actividad que no sólo los ha protegido ante la crisis y permitido sacar sus excedentes al mercado, diversificando su producción y consumo, sino a la vez ha mostrado una abundancia campesina en medio de una supuesta pobreza social.

La principal actividad del poblador de la localidad de Faustino Maldonado es la agricultura no tecnificada y la pesca artesanal, siendo sus principales productos los de pan de llevar, así como: maíz, frejol, arroz, plátano, yuca, frutales, café cacao y pastos.

La ganadería se da en media escala, siendo el ganado vacuno, porcino y aves de corral para uso doméstico; su comercialización es limitada.

El comercio en la localidad es incipiente, los productos que tienen mercado como el maíz, frejol, arroz, plátano, yuca, frutales, cacao, café y variedades de especies de río son vendidos a intermediarios que los llevan a otras ciudades para su transformación y consumo. El intercambio de productos por víveres (trueque) se realiza diariamente en la localidad.

Niveles de vida.

Como se ha descrito anteriormente la principal fuente de ingresos de la población constituye la agricultura, la misma que al ser migratoria y de autoconsumo no le permite acceder a niveles de ingreso superiores a **S/.250.00** por personas económicamente activa en promedio.

1.3.7 POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA

Entre las localidades de Calzada y Faustino Maldonado se cuenta con una población de 1376 según (INIE Censo Nacional 1993 IX Población y tasa de crecimiento 3.1%) de los cuales el 65.46% corresponden a personas entre los 15 y 68 años de edad, que son los que conforman la población económicamente activa.

1.3.8 INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS BASICOS

La infraestructura básica con la que cuenta actualmente la zona del proyecto es la siguiente:

Tabla 4. *Infraestructura De Servicios Básicos*

SERVICIOS	POBLACION
Agua potable	Existe
Desagüe	Existe
Posta Medica	Existe
I.E. Inicial	Existe
I.E. Primaria	Existe
Electricidad	Existe

1.3.9 CALENDARIO DE ACTIVIDADES TRADICIONALES.

Fiesta Patronal de:

Santa Rosa de Lima (30 de agosto).

1.3.10 DESCRIPCION DEL PROYECTO

El camino Vecinal Calzada – Empalme SM 597 (Sunisacha) – Empalme SM 599 (Faustino Maldonado) de 9.115 Km, con un ancho de vía de 6.00 m. a nivel de afirmado granular de $e = 0.20\text{m}$ y un ancho de afirmado de 5.00 m, construcción de obras de arte como: 11 alcantarillas tipo TMC, 06 alcantarilla de concreto tipo marco de 1.00 x 1.00, 21 alcantarillas de concreto tipo marco de 0.55 x 0.50- para accesos, construcción de 04 badenes de concreto armado de 5.00 x 8.00, construcción de 3.52 km de cunetas revestidas triangulares y construcción de un puente de $L = 20\text{m}$. Se prevé la implementación de señales adecuados para la vía, como son 10 hitos kilométricos, 07 señales preventivas, 05 señales informativas y 04 señales reglamentarias e implementación del plan de manejo ambiental (Programa de Implementación Ambiental, Programa de Seguridad, Programa de monitoreo ambiental, Programa de Contingencia, Programa de Participación ciudadana, Programa de Manejo de Residuos Sólidos, y Programa de Cierre y Abandono), busca la integración vial por medio terrestre entre los pueblos existente en las zonas del distrito de Calzada;

este tramo interconecta las localidades de La zona del proyecto con los principales centros comerciales de Calzada, Rioja, Moyobamba y el resto de la región, beneficiando además a las localidades aledañas a estos pueblos.

Por ello, en el presente documento técnico, se describen las acciones necesarias para el mejoramiento, rehabilitación de la Carretera Vecinal que se inicia en el distrito de Calzada, de acuerdo con las condiciones contractuales previas, para efectos de la Elaboración del presente Estudio; permitiendo interconexión entre las localidades de Calzada y Faustino Maldonado con la ciudad de Rioja y Moyobamba ciudades importantes en el aspecto económico y comercial de la región San Martín.

II MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES, PLANTEAMIENTO, DELIMITACIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

2.1.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Esta vía fue construida en dos etapas correspondiente a los años 1998 y 2010, siendo la primera etapa de apertura hasta 1.200 km luego de la creación de la ruta R61, para dar conectividad a los terrenos agrícolas existentes, luego del cual ya para el año 2010 se realiza la rehabilitación de la ruta R61 a nivel de afirmado, por parte de Provías Descentralizado, significando este avance una mejora para las zonas agrícolas del sector Sunisacha, siendo decisión de la misma municipalidad Distrital de Calzada la Ampliación de la ruta R64 hasta la localidad de Faustino Maldonado, completando de esta manera la conectividad de uno de sus caseríos con la capital de Distrito, como también dar la facilidad del intercambio comercial y agrícola en el distrito de Calzada.

La ruta R64 no cuenta con mantenimiento rutinario, contando solamente con trabajos de roce y limpieza por parte de los pobladores colindantes a la vía, en sus faenas comunales que se realizan una vez al año. Tampoco posee mantenimiento con maquinaria de ningún tipo.

Vista la necesidad de mejorar el servicio de transporte y dar mayor accesibilidad de la localidad de Faustino Maldonado con la capital de distrito, hacia los mercados locales y servicios básicos; la municipalidad Distrital de Calzada, decide colocar el tramo dentro de su plan de desarrollo concertado de distrito, para de esta manera priorizar el mejoramiento de este camino, surgiendo de esa manera la necesidad de atención en este tramo.

2.1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Mediante la elaboración de este proyecto se busca que los pobladores de la localidad de Faustino Maldonado y el Caserío de Sunisacha cuenten con una vía eficiente que la integren con otros pueblos y mercados para comercializar sus productos y mejorar su calidad de vida es por ello que es necesario efectuar el Diseño Geométrico que formará parte del estudio definitivo para la ejecución del Camino Vecinal en mención.

¿De qué manera el estudio Definitivo del Camino Vecinal CALZADA – EMPALME SM 597 (SUNISACHA)- EMPALME SM 599 (FAUSTINO MALDONADO) DISTRITO DE CALZADA PROVINCIA DE MOYOBAMBA REGION SAN MARTIN” propiciará la reducción de los altos costos de transporte de productos y de pasajeros?

2.1.3 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

A pesar de la dificultad de los accesos a la zona a beneficiar se cuenta con la decisión de efectuar el estudio de la carretera del proyecto propuesto. Así mismo la persistencia de lluvias nos va a afectar retrasos que de todas maneras serán superadas. La elección de la ruta se hará directamente en campo, por vía terrestre y observación directa, diseñando el trazo, mejorando la actual trocha carrozable.

2.1.4 FORMULACIÓN DE PROBLEMA

¿El estudio definitivo a nivel de Afirmado para la construcción del Camino Vecinal **CALZADA – EMPALME SM 597 (SUNISACHA)- EMPALME SM 599 (FAUSTINO MALDONADO) DISTRITO DE CALZADA PROVINCIA DE MOYOBAMBA REGION SAN MARTIN”**, reducirá los altos costos de transporte de productos agropecuarios y de pasajeros, mejorará el incremento de una mejor calidad de vida?

2.2 OBJETIVOS

2.2.1. OBJETIVOS GENERAL

- Elaborar el Estudio Definitivo del Camino Vecinal **“CALZADA – EMPALME SM 597 (SUNISACHA)- EMPALME SM 599 (FAUSTINO MALDONADO) DISTRITO DE CALZADA PROVINCIA DE MOYOBAMBA REGION SAN MARTIN”** a nivel de Afirmado, dotando a este distrito de una vía segura, rápida y eficaz.

2.2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Efectuar el levantamiento topográfico del Camino Vecinal **“CALZADA – EMPALME SM 597 (SUNISACHA)- EMPALME SM 599 (FAUSTINO MALDONADO) DISTRITO DE CALZADA PROVINCIA DE MOYOBAMBA REGION SAN MARTIN”**
- Realizar el estudio socioeconómico del lugar del proyecto a realizar.
- Realizar el estudio de tráfico.

- Elaborar el diseño Geométrico.
- Diseñar obras de artes funcionales y económicos para la vía.
- Realizar el estudio de impacto ambiental.
- Dotar a la vía de un buen sistema de señalización, de manera de aminorar los accidentes de tránsito.
- Realizar el cálculo del diseño del espesor del Afirmado del Camino Vecinal.

2.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Desde el punto de vista socio-económico el transporte terrestre, como actividad de integración y propulsora del desarrollo cumple los siguientes roles:

- Apoyo al proceso productivo, articulando los principales centros de producción y posibilitando la comercialización interna y externa , pues el morador, en su condición de agricultor, tendrá la facilidad de efectuar el comercio de sus productos, evidenciando por el rápido traslado de estos hacia los centros de comercialización, colocando al agricultor en una situación ventajosa respecto al crecimiento económico de la región, generando así un bajo costo de inversión en el proceso de expendio de sus cultivos.
- Servicio a la población, facilitando a las personas el acceso a los servicios de educación, salud, culturales y centros de comercialización, con un reducido costo de transporte

2.4 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La presente Investigación está delimitada por el área del estudio a realizarse en este caso en el Camino Vecinal **CALZADA – EMPALME SM 597 (SUNISACHA)- EMPALME SM 599 (FAUSTINO MALDONADO) DISTRITO DE CALZADA PROVINCIA DE MOYOBAMBA REGION SAN MARTIN**” y se circunscribe al área delimitada por la vía de dicho camino más la franja dentro del derecho de vía a ambos costados, según sea necesario.

2.5 MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL

2.5.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Céspedes. (2014). Publica su libro denominado: “Carreteras, Diseño Moderno “libro consultado para elaboración del presente proyecto pues detalla los estudios definitivos en carretera.

Olivera (1997). Publica en su libro denominado: “Estructuración de Vías Terrestres”, libro consultado para la elaboración de este proyecto detalla la práctica para la estructuración de vías terrestres y ponerlo al alcance de los profesionales, estudiantes y proyectistas; encargados de la construcción de vías terrestres, vías férreas, calles.

Instituto de Gerencia y Construcción (2013). publica en su libro denominado: “Diseño, construcción y Mantenimiento”, libro consultado para la elaboración de este proyecto nos habla sobre el rol que tiene la topografía en la elaboración de los proyectos ya que estos dependen los criterios que tomara el proyectista, Así como el estudio de pre inversión en carreteras.

Edición Ciencias (1996). Publica su libro denominado: “El arte del trazado de Carreteras”, libro consultado para la elaboración del presente pues detalla las pautas y criterios para el trazado de carreteras.

Pinedo (2013). En su tesis: Diseño y Rehabilitación del camino vecinal Pelejo-Papaplaya, nos indica la importancia de las obras de drenaje dentro el diseño de una carretera.

Ponce (2012). En su tesis: Estudio definitivo a nivel de ejecución del camino vecinal calzada – sector Potrerillo tramo: km 0 + 000 – km 2 +920, nos indica los criterios para el diseño de Afirmados en una infraestructura vial.

Villegas y Salas (2014). En su Tesis Diseño Geométrico y de Afirmados de la Carretera Ledoy Bellavista, nos indica las bases teóricas del Diseño Geométricos y de Afirmados.

2.5.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.5.2.1 DISEÑO GEOMÉTRICO

2.5.2.1.1 SELECCIÓN DEL TIPO DE VIA Y PARÁMETROS DEL DISEÑO

2.5.2.1.1.1. VELOCIDAD DIRECTRIZ

Es la velocidad escogida para el diseño y será la máxima velocidad que se podrá mantener con seguridad sobre una sección determinada de la carretera, cuando las circunstancias sean favorables para que prevalezcan las condiciones de diseño.

Variación de la velocidad Directriz:

Los cambios repentinos de la velocidad de diseño a lo largo de una carretera deberán ser evitados. Deben existir razones que justifique la necesidad de realizar cambios, estos se efectuarán en incrementos o decrementos de 15 km. /h o en el 20% de la velocidad directriz, debiendo tomarse el menor de ellos.

2.5.2.1.1.2. DISTANCIA DE VISIBILIDAD

Distancia de visibilidad es la longitud continua hacia delante de la carretera que es visible al conductor del vehículo. En diseño, se consideran tres distancias: la de visibilidad suficiente para detener el vehículo; la necesaria para que un vehículo adelante a otro que viaja a velocidad inferior en el mismo sentido; y la distancia requerida para cruzar o ingresar a una carretera de mayor importancia.

2.5.2.1.1.2.1. Distancia De Visibilidad De Parada

Distancia de visibilidad de parada es la longitud mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad directriz, antes de que alcance un objeto que se encuentra en su trayectoria

Para efecto de la determinación de la visibilidad de parada se considera que el objetivo inmóvil tiene una altura de 0.60 m y que los ojos del conductor se ubican a 1.10 m por encima de la rasante de la carretera.

Tabla 5. *Distancia de visibilidad de parada (metros)*

Velocidad directriz (Km./h)	Pendiente nula o en bajada				Pendiente en subida		
	0%	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	35	31	30	29
40	50	50	50	53	45	44	43
50	65	66	70	74	61	59	58
60	85	87	92	97	80	77	75

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras no pavimentadas de Bajo Volumen De Transito.

La pendiente ejerce influencia sobre la distancia de parada. Esta influencia tiene importancia práctica para valores de la pendiente de subida o bajada iguales o mayores a 6%. En todos los puntos de una carretera, la distancia de visibilidad será igual o superior a la distancia de visibilidad de parada. En la tabla N°05 se muestran las distancias de visibilidad de parada, en función de la velocidad directriz y de la pendiente. En carreteras de muy bajo volumen de tránsito, de un solo carril y tráfico en dos direcciones, la distancia de visibilidad deberá ser por lo menos dos veces la correspondencia a la visibilidad de parada.

Para el caso de la distancia de visibilidad de cruce, se aplicarán los mismos criterios que los de visibilidad de parada.

2.5.2.1.1.2.2. Visibilidad de adelantamiento

Distancia de visibilidad de adelantamiento (paso) es la mínima distancia que debe ser visible para facultar al conductor del vehículo a sobrepasar a otro que viaja a velocidad 15 km/h menor, con comodidad y seguridad, sin causar alteración en la velocidad de un tercer vehículo que viaja en sentido contrario a la velocidad directriz y que se hace visible cuando se ha iniciado la maniobra de sobrepaso.

Para efecto de la determinación de la distancia de visibilidad de adelantamiento, se considera que la altura del vehículo que viaja en sentido contrario es de 1.10 m y que la del ojo del conductor del vehículo que realiza la maniobra de adelantamiento es 1.10 m. La visibilidad de adelantamiento debe asegurarse para la mayor longitud posible de la carretera cuando no existen impedimentos impuestos por el terreno y que se reflejan, por lo tanto, en el costo de construcción. La distancia de visibilidad de adelantamiento a adoptarse varía con la velocidad directriz tal como se muestra en la TABLA N° 06.

Tabla 6. *Distancia de visibilidad de adelantamiento*

Velocidad Directriz Km./H	Distancia De Visibilidad De Adelantamiento (M)
30	200
40	270
50	345
60	410

Fuente: M.D.C.N.P.B.V.T.MTC.

2.5.2.1.1.3. ALINEAMIENTO HORIZONTAL

2.5.2.1.1.3.1. CONSIDERACIONES PARA EL ALINEAMIENTO HORIZONTAL

El alineamiento horizontal deberá permitir la circulación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad directriz en la mayor longitud de carretera que sea posible. El alineamiento carretero se hará tan directo como sea conveniente adecuándose a las condiciones del relieve y minimizando dentro de lo razonable el número de cambios de dirección, el trazado en planta de un tramo carretero está compuesto de la adecuada sucesión de rectas (tangentes), curvas circulares y curvas de transición

En general, el relieve del terreno es el elemento de control del radio de las curvas horizontales y el de la velocidad directriz. La velocidad directriz, a su vez controla la distancia de visibilidad.

Los radios mínimos, calculados bajo el criterio de seguridad ante el deslizamiento transversal del vehículo están dados en función a la velocidad directriz, a la fricción transversal y al peralte máximo aceptable.

En el alineamiento horizontal desarrollado para una velocidad directriz determinada, debe evitarse, el empleo de curvas con radio mínimo. En general se deberá tratar de usar curvas de radio amplio, reservándose el empleo de radios mínimos para las condiciones más críticas.

Deberá buscarse un alineamiento horizontal homogéneo, en el cual tangentes y curvas se suceden armónicamente. Se restringirá en lo posible el empleo de tangentes excesivamente larga, con el fin de evitar el encandilamiento nocturno prolongado, y la fatiga de los conductores durante el día.

Al término de tangentes largas, donde es muy probable que las velocidades de aproximación de los vehículos sean mayores que la velocidad directriz, las curvas horizontales tendrán radios de curvatura razonablemente amplios. Deberá evitarse pasar bruscamente de una zona de curvas de grandes radios a otra de radios marcadamente menores. Deberá pasarse en forma gradual, intercalando entre una zona y otra, curvas de radio de valor decreciente, antes de alcanzar el radio mínimo.

Los cambios repentinos en la velocidad de diseño a lo largo de una carretera deberán ser evitados. Estos cambios se efectuarán en decrementos o incrementos de 15 km/h.

No se requiere curva horizontal para pequeños ángulos de deflexión. En la Tabla N° 07 se muestran los ángulos de inflexión máximos para los cuales no es requerida la curva horizontal.

Tabla 7. *Ángulos de deflexión máximos para los que no se requieren curva horizontal*

Velocidad Directriz Km./H	Distancia De Visibilidad De Adelantamiento (M)
30	2°30'
40	2°15'
50	1°50'
60	1°30'
70	1°20'

Fuente: M.D.C.N.P.B.V.T.MTC.

Para evitar la apariencia de alineamiento quebrado o irregular, es deseable que, para ángulos de deflexión mayores a los indicados en la Tabla N°07 la longitud de la curva sea por lo menos de 150m. Si la velocidad directriz es menor a 50 km/h y el ángulo de deflexión es mayor que 5°, se considera como longitud de curva mínima deseada la longitud obtenida con la siguiente expresión: $L = 3V$ (L = longitud de curva en metros y V = velocidad en km/hora). Es preferible no diseñar longitudes de curvas horizontales mayores a 800 metros.

Se evitará, en lo posible, los desarrollos artificiales. Cuando las condiciones del relieve del terreno hagan indispensable su empleo, el proyectista hará una justificación de ello. Las ramas de los desarrollos tendrán la máxima longitud posible y la máxima pendiente admisible, evitando la superposición de varias de ellas sobre la misma ladera. Al proyectar una sección de carretera en desarrollo, será, probablemente, necesario reducir la velocidad directriz.

Las curvas horizontales permitirán, cuando menos, la visibilidad igual a la distancia de parada según se muestra en la Tabla N° 07.

Deben evitarse los alineamientos reversos abruptos. Estos cambios de dirección en el alineamiento hacen que sea difícil para los conductores mantenerse en su carril. También es difícil peraltar adecuadamente las curvas. La distancia entre dos curvas reversas deberá ser por lo menos la necesaria para el desarrollo de las transiciones de peralte.

No son deseables dos curvas sucesivas del mismo sentido, cuando entre ellas existe un tramo corto, en tangente. En lo posible se sustituirán por una sola curva, ó se intercalará una transición en espiral dotada de peralte.

El alineamiento en planta deberá satisfacer, las condiciones necesarias de visibilidad de adelantamiento, en tramos suficientemente largos y con una frecuencia razonable a fin de dar oportunidad a que un vehículo adelante a otro.

2.5.2.1.1.4. CURVAS HORIZONTALES

El mínimo radio de curvatura es un valor límite está dado en función del valor máximo de peralte y del factor máximo de fricción, para una velocidad directriz determinada. En la Tabla N°08, se muestran los radios mínimos y los peraltes máximos elegibles para cada velocidad directriz. En el alineamiento horizontal de un tramo carretero diseñado para una velocidad directriz un radio mínimo y peralte máximo, como parámetros básicos, debe evitarse el empleo de curvas de radio mínimo. En general deberá tratarse de usar curvas de radio amplio, reservando el empleo de radios mínimos para las condiciones más críticas.

$$R = \frac{V^2}{127(0.01 e_{max} + f_{max})} \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

R = Mínimo Radio de curvatura

e_{max} = Valor máximo del peralte

f_{máx} = factor máximo de fricción

V = Velocidad específica de diseño

Los valores del radio mínimo para velocidades específicas de diseño, peraltes máximos y valores límites de fricción en la Tabla 302.04 del Manual de Carreteras de Diseño Geométrico 2014.

2.5.2.1.1.5. CURVAS DE TRANSICIÓN.

Todo vehículo automotor sigue un recorrido de transición al entrar o salir de una curva horizontal. El cambio de dirección y la consecuente ganancia o pérdida de las fuerzas laterales no pueden tener efecto instantáneamente.

Con el fin de pasar de la sección transversal con bombeo, correspondiente a los tramos en tangente a la sección de los tramos en curva provistos de peralte y sobre ancho, es necesario intercalar un elemento de diseño con una longitud en la que se realice el cambio gradual, a la que se conoce con el nombre de longitud de transición.

Cuando el radio de las curvas horizontales sea inferior al señalado en la Tabla N°08, se usarán curvas de transición. Cuando se usen curvas de transición, se recomienda el empleo de espirales que se aproximen a la curva de Euler o Clotoide.

Tabla 8. Necesidad de curvas de transición

Velocidad Directriz Km./H	Radio (m)
20	24
30	55
40	95
50	150
60	210
70	290
80	380

Fuente: M.D.C.N.P.B.V.T.MTC.

Cuando se use curva de transición la longitud de la curva de transición no será menor que L_{min} . ni mayor que L_{max} , según las siguientes expresiones:

$$L_{\min.} = 0.0178 \frac{V^3}{R} \dots\dots\dots (2)$$

$$L_{\max.} = (24R)^{0.5} \dots\dots\dots (3)$$

R = Radio de la curvatura circular horizontal.

L_{min} = Longitud mínima de la curva de transición.

L_{máx} = Longitud máxima de la curva de transición en metros.

V = Velocidad directriz en Km./h.

La longitud deseable de la curva de transición, en función del radio de la curva circular, se presenta en la Tabla N° 09.

Tabla 9. *Longitud Deseable de la Curva Transición*

Radio de curva circular (m)	Longitud deseable de la curva transición (m)
20	11
30	17
40	22
50	28
60	33

Fuente: M.D.C.N.P.B.V.T.MTC.

2.5.2.1.1.6 DISTANCIA DE VISIBILIDAD EN CURVAS HORIZONTALES

La distancia de Visibilidad en el interior de las curvas horizontales es un elemento del diseño del alineamiento horizontal.

Cuando hay obstrucciones a la visibilidad (tales como taludes de corte, paredes o barreras Longitudinales) en el lado interno de una curva horizontal, se requiere un ajuste en el diseño de la sección transversal normal o en el alineamiento, cuando la obstrucción no puede ser removida.

De modo general en el diseño de una curva horizontal, la línea de visibilidad deberá ser por lo menos igual a la distancia de parada correspondiente, y se mide a lo largo del eje central del carril interior de la curva.

El mínimo ancho que deberá quedar libre de obstrucciones a la visibilidad será el calculado por la expresión siguiente:

$$M = R \left(1 - \cos \frac{28.65S}{R} \right) \dots\dots\dots (4)$$

Donde:

M= Ordenada media o ancho mínimo libre

R= Radio de la curva horizontal

S= Distancia de visibilidad

❖ **El Peralte Del Camino**

Se denomina peralte a la inclinación transversal de la carretera en los tramos de curva, destinada a contrarrestar la acción de la fuerza centrífuga del vehículo.

El peralte máximo tendrá como valor máximo normal 8% y como valor excepcional 10%. En carreteras afirmadas bien drenadas en casos extremos podría justificarse un peralte máximo alrededor de 12%.

El peralte también puede calcularse mediante las formulas:

$$\rho = \frac{V^2}{127R} - f \dots\dots\dots (5)$$

Donde:

ρ: Peralte máximo

V: Velocidad de Diseño (km/h)

R: Radio mínimo absoluto (m)

F: Coeficiente de fricción lateral máximo asociado a V

Peralte de las bermas

La berma situada en la parte inferior del peralte, seguirá la inclinación de este. La berma situada en la parte superior será en lo posible horizontal o con inclinación igual a la del bombeo en sentido contrario al de la inclinación del peralte de modo que escurra hacia la cuneta y no hacia el Afirmado.

Longitud de rampa de peralte

Se utiliza con el fin de evitar la brusquedad en el cambio de un alineamiento de un tramo recto a un tramo en curva. El borde del Afirmado varía a lo largo de su desarrollo entre dichas secciones, generando una longitud de rampa (L_r) o longitud de transición tanto Por bombeo como por peralte, esta longitud de obtendrá sin sobrepasar los siguientes incrementos de la pendiente del borde del Afirmado.

La longitud de peralte y de bombeo está dada por:

$$L_b = \left(b * \frac{A}{2}\right) (0.5 \text{ o } 0.7) \dots\dots\dots (6)$$

$$L_p = \left(p * \frac{A}{2}\right) (0.5 \text{ o } 0.7) \dots\dots\dots (7)$$

Donde:

A=Ancho de Afirmado en m.

p=Peralte en %

b=Bombeo en % = 2%

Se usa:

0.5 si el peralte es menor al 6%

0.6 si el peralte es mayor al 6%

Luego la longitud de rampa es igual a:

$$L_{rp} = L_r + L_p \dots\dots\dots (8)$$

La longitud de rampa de peralte se indica en la tabla siguiente:

Tabla 10. Longitud de Rampa de Peralte

Ancho pav.	Bombeo (%)	Peralte (%)								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
3.00	1	9.00	12.00	15.00	18.00	21.02	17.14	19.29	21.43	25.71
	2	12.00	15.00	18.00	21.00	24.00	19.20	21.40	23.50	25.70
	3	15.00	18.00	21.00	24.00	27.00	21.40	23.50	23.50	27.80

Fuente: Normas Peruanas de diseño de Carretera.

La variación del peralte requiere una longitud mínima, de forma que no se supere un determinado valor máximo de la inclinación que cualquier borde de la calzada tenga con relación a la del eje de giro del peralte.

Cuando un vehículo se desplaza a lo largo de una curva, ocupa un ancho mayor que en tramos rectos, por lo que es necesario ampliar o ensanchar la faja de rodadura. Dicha variación es función del tipo de vehículo, del radio de la curva y de la velocidad directriz, los valores del sobreancho se han calculado usando usando la fórmula de la lámina N°5.3.5.2 de las Normas Peruanas de Diseño de Carreteras, debiendo usarse valores múltiplos de 0.30 m, siendo este el mínimo valor de diseño. La fórmula usada es la siguiente

$$S = n[R\sqrt{R^2 + P^2}] + \frac{V^2}{10\sqrt{R}} \dots\dots\dots (9)$$

Donde:

S = Sobreancho en metros

R = Radio de la curva horizontal en metros

n = Número de carriles

L = Distancia desde el eje trasero hasta la línea delantera de la defensa del vehículo, “Capota”. (L_{min}=6m)

V = Velocidad directriz (km/hr)

El valor del sobreancho encontrado mediante la fórmula anterior afectara solamente a la superficie de rodadura y seguirá la misma inclinación del peralte respectivo, permaneciendo inalteradas las dimensiones y la inclinación de las bermas .Su valor se adosara íntegramente al lado interior de las curvas, pues estas no están provistas de espirales de transición, su aplicación será gradual comenzando en el punto donde empieza la rampa de peralte, de modo que cuando llegue al PC de a curva tengamos el sobreancho adoptado, el cual seguirá uniforme hasta PT y desde allí ira creciendo hasta perderse en el punto donde termina la rampa de peralte.

Banqueta de visibilidad

Cuando se tiene secciones en corte completo o a media ladera, de modo que el talud de corte esta al interior de la curva, el conductor al reconocer la curva logra tener una visibilidad en radios que son cuerdas tangentes al talud de corte a la altura del operador, si aquella tangente no tiene la distancia aproximada para maniobrar cuanto menos la parada, indiscutiblemente siempre existirá el riesgo de que el vehículo choque ante un objeto que está detenido en el carril de su trayectoria.

Existe la posibilidad que mediante un análisis numérico se haga el chequeo de la visibilidad y si el caso lo requiere diseñar el correspondiente corrimiento del talud de corte (Banqueta de visibilidad), de modo que finalmente la visibilidad en la curva está garantizada.

Elementos de las curvas horizontales

Los elementos de las curvas horizontales que permiten su ubicación y trazo en el campo son.

- PI : Punto de intersección de dos alineamientos
- Pc : Principio de curva.
- PT : Principio de tangencia o termino de curva.
- I : Angulo de intersección de dos alineamientos.
- R : Radio de la curva.
- T : Tangente de la curva.
- E : Externa.
- Lc : Longitud de curva circular (arco PC-PT).
- C : Cuerda entre el PC y PT.
- F : Flecha.

Las fórmulas para el cálculo de los elementos de la curva son

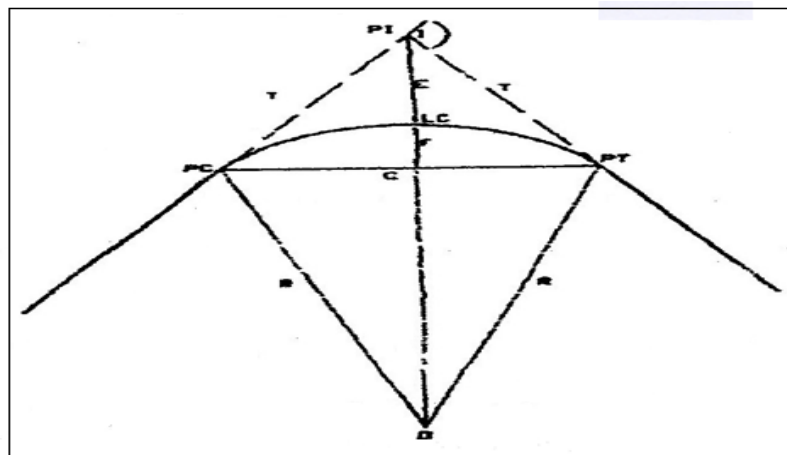
- ✓ Longitud de Tangente : $T = R \left[\tan \left(\frac{I}{2} \right) \right]$ (10)
- ✓ Longitud de curva : $Lc = \pi(R * I)/180$ (11)
- ✓ Longitud de Cuerda : $C = 2R \text{Sen} \left(\frac{I}{2} \right)$ (12)
- ✓ Longitud de Flecha : $F = R \left[1 - \text{Cos} \left(\frac{I}{2} \right) \right]$ (13)

✓ Longitud de Externa : $E = R \left[\sec \left(\frac{I}{2} \right) - 1 \right]$ (14)

R : Radio de la curva en metros.

I : Angulo de intersección de los alineamientos que generan la curva.

Gráfico 2. *Elementos de una Curva Horizontal.*



2.5.2.1.1.7 EL PERFIL LONGITUDINAL

El perfil longitudinal está formado por la rasante constituida por una serie de rectas enlazadas por arcos verticales parabólicos, a los cuales dichas rectas son tangentes. Para fines de proyecto, el sentido de las pendientes se define según el avance del kilometraje, siendo positivas aquellas que implican un aumento de cota y negativas las que producen una pérdida de cota.

La Rasante en relación a la Orografía.

En terreno Plano

En terreno plano, la rasante estará sobre el terreno, por razones de drenaje, salvo casos especiales.

En terrenos Ondulados

En terreno ondulado, por razones de economía, la rasante seguirá las inflexiones del terreno, sin perder de vista las limitaciones impuestas por la estética, visibilidad y seguridad.

En terrenos Montañosos

En terreno montañoso, será necesario también adaptar la rasante al terreno, evitando los tramos en contrapendiente, cuando debe vencerse un desnivel considerable, ya que ello conduciría a un alargamiento innecesario.

En terreno escarpado

“El perfil estará condicionado por la divisoria de aguas”

❖ Curvas verticales

Una curva vertical es aquel elemento del diseño en perfil que permite el enlace de dos tangentes verticales consecutivas, tal que a lo largo de su longitud se efectúa el cambio gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la pendiente de la tangente de salida, de tal forma que facilite una operación vehicular segura y confortable. Se ha comprobado que la curva que mejor se ajusta a estas condiciones es la parábola del eje vertical.

Los tramos consecutivos de rasante serán enlazados con curvas verticales parabólicas cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor a 1%, para carreteras pavimentadas y mayor a 2% para las afirmadas.

Las curvas verticales pueden ser:

- ❖ Por su forma; cóncava y convexas.
- ❖ Por la longitud de sus ramas: simétricas y asimétricas

Para curvas simétricas: cóncava y convexas.

Donde:

PCv. : Principio de Curva Vertical

PIv : Punto de Intersección Vertical

PTV : Termina de Curva Vertical.

Las formulas empleadas son:

$$A = S_1 (\%) - S_2(\%)$$

$$Y_i = x_i^2 / 200L$$

$$M = LA / 800$$

Donde:

A : Diferencia Algebraica de Pendientes (%)

S_i : Pendiente en cada tramo de Subrasante

L : Longitud de la curva vertical

X_i, Y_i : Coordenadas rectangulares de un punto cualquiera de la curva, tomados a partir de PCV.

M : Ordenada media.

Gráfico 3. Para Curvas Convexas Simétricas.

Gráfico 3a. Curva Convexa Simétricas

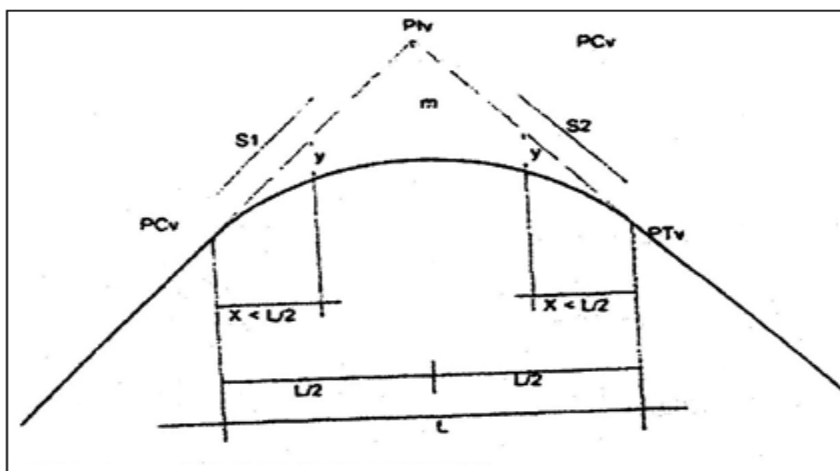
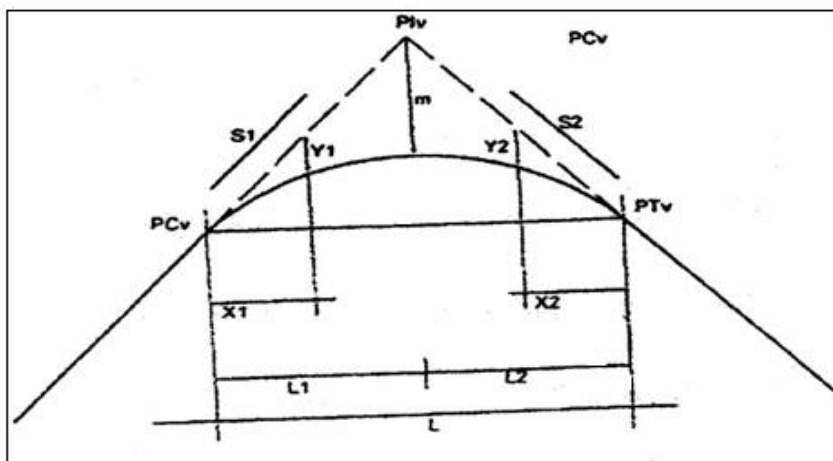


Gráfico 3b. Curva Convexas Asimétricas



Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras

Para Curvas Asimétricas: Cóncavas y Convexa.

Las formulas empleadas son:

$$A = S_1 (\%) - S_2(\%)$$

$$M = (L_1 L_2 A) / 200 (L_1 + L_2)$$

$$Y_1 = (X_1)^2 m / L_1^2$$

La longitud de las curvas cóncavas se determinará con el grafico de la lámina 5.5.3.3.a de las Normas peruanas de diseño de carreteras, cuando se desee contar con las distancias de visibilidad de parada, la longitud de las curvas cóncavas. Algunas veces se presenta casos en que no se pueda diseñar con las N.P.D.C., o cuando esta da valores muy pequeños y no existen restricciones topográficas, de drenaje, etc. Se tomará el criterio sugerido por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Vivienda y Construcción, de dar a la curva vertical una longitud de 80m.

❖ **Pendiente**

La pendiente (i) de una carretera o camino es la inclinación longitudinal que tiene o se dispone a la plataforma de una carretera.

Pendiente mínima

En los tramos en corte, se evitará preferiblemente el empleo de pendientes menores a 0.5%. Podrá hacerse uso de rasantes horizontales en los casos en que las cunetas adyacentes puedan ser dotadas de la pendiente necesaria para garantizar el drenaje y la calzada cuente con un bombeo igual o superior a 2%.

Tabla 11. *Pendientes máximas*

Orografía Vel. de diseño	Terreno plano	Terreno ondul.	Terreno Montañ.	Terreno Escarp.
20	8	9	10	12
30	8	9	10	12
40	8	9	10	10
50	8	9	8	8
60	8	9	8	8

Fuente: M.D.C.P.V.B.T

Pendiente máxima

Los límites máximos de pendiente se establecerán teniendo en cuenta la seguridad de la circulación de los vehículos más pesados en las condiciones más desfavorables de la superficie de rodadura.

En general, se considera deseable no sobrepasar los límites máximos de pendiente que están indicados en la Tabla N°12.

Tabla 12. Pendientes máximas normales

Altitudes(m.s.n.m)	Pendientes (%)	Long. Max. (m)
< 3000	7	800
>3000	6	800

Fuente: N.P.D.C

Pendiente máxima excepcional

Se recurrirá al empleo de ella cuando existan motivos justificados para su uso y especialmente si el empleo de pendientes menores induce a alargamiento innecesario o aumento de tortuosidad en el trazado u obras costosas. De acuerdo a la tabla 5.5.4.4 de las Normas peruanas de diseño de carreteras, se ha considerado:

Tabla 13. Pendientes máximas excepcionales

Altitudes(m.s.n.m)	Pendientes (%)	Long. Max. (m)
< 3000	8	300
>3000	7	300

Fuente: N.P.D.C

2.5.2.1.1.8 COORDINACIÓN ENTRE EL DISEÑO HORIZONTAL Y DEL DISEÑO VERTICAL

El diseño de los alineamientos horizontal y vertical no debe realizarse independientemente. Para obtener seguridad, velocidad uniforme, apariencia agradable

y eficiente servicio al tráfico, es necesario coordinar estos alineamientos. (Figura N°04).

La superposición (coincidencia de ubicación) de la curvatura vertical y horizontal generalmente da como resultado una carretera más segura y agradable. Cambios sucesivos en el perfil longitudinal no combinados con la curvatura horizontal, pueden conllevar una serie de depresiones no visibles al conductor del vehículo.

No es conveniente comenzar o terminar una curva horizontal cerca de la cresta de una curva vertical. Esta condición puede resultar insegura especialmente en la noche, si el conductor no reconoce el inicio o final de la curva horizontal. Se mejora la seguridad si la curva horizontal guía a la curva vertical. La curva horizontal debe ser más larga que la curva vertical en ambas direcciones.

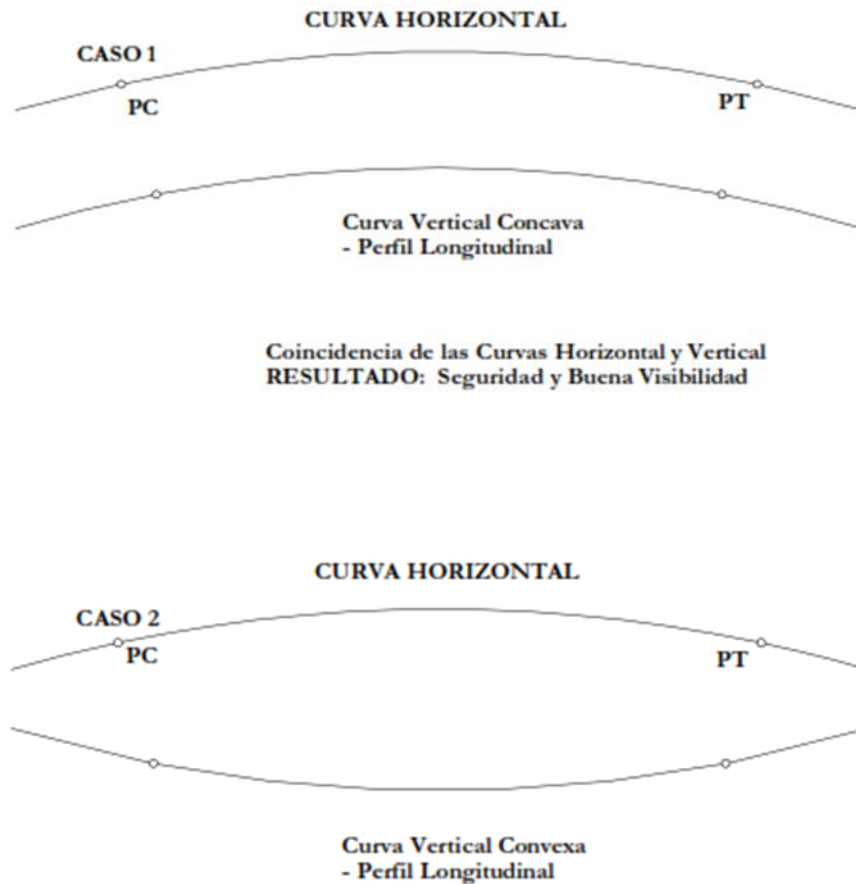
Para efectos del drenaje, deben diseñarse las curvas horizontal y vertical de modo que éstas no sean cercanas a la inclinación transversal nula en la transición del peralte.

El diseño horizontal y vertical de una carretera deberá estar coordinado de forma que el usuario pueda circular por ella de manera cómoda y segura. Concretamente, se evitará que, circulando a la velocidad de diseño, se produzcan pérdidas visuales de trazado, definida ésta como el efecto que sucede cuando el conductor puede ver, en un determinado instante, dos tramos de carretera, pero no puede ver otro situado entre los dos anteriores.

Para conseguir una adecuada coordinación de los diseños, se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

- Los puntos de tangencia de toda curva vertical, en coincidencia con una curva circular, estarán situados dentro de la zona de curvas de transición (Clotoide) en planta y lo más alejados del punto de radio infinito o punto de tangencia de la curva de transición con el tramo en recta.
- En tramos donde sea previsible la aparición de hielo, la línea de máxima pendiente (longitudinal, transversal o la de la plataforma) será igual o menor que el diez por ciento (10%).

Gráfico 4. *Coordinación del Alimentador Horizontal y Vertical.*



2.5.2.1.1.9 SECCIONES TRANSVERSAL

La sección transversal de una carretera en un punto de esta, es un corte vertical normal al alineamiento horizontal, el cual permite definir la disposición y dimensiones de los elementos que forman la carretera en el punto correspondiente a cada sección y su relación con el terreno natural.

❖ Calzada

En el diseño de carreteras de muy bajo volumen de tráfico $IMDA < 50$, la calzada podrá estar dimensionada para un solo carril. En los demás casos, la calzada se dimensionará para dos carriles.

En la tabla N°14, se indican los valores apropiados del ancho de la calzada en tramos rectos para cada velocidad directriz en relación al tráfico previsto y a la importancia de la carretera.

Tabla 14. *Ancho mínimo deseable de la calzada en tangente (en metros)*

Trafico IMDA Velocidad Km./h.	<15	16 a 50		51 a 100		101 a 200	
	*	*	**	*	**	*	**
25	3.50	3.50	5.00	5.50	5.50	5.50	6.00
30	3.50	4.00	5.50	5.50	5.50	5.50	6.00
40	3.50	5.50	5.50	5.50	6.00	6.00	6.00
50	3.50	5.50	6.00	5.50	6.00	6.00	6.00
60		5.50	6.00	5.50	6.00	6.00	6.00

Fuente: *M.D.C.N.P.B.V.T*

* Calzada de un sólo carril, con plazoleta de cruce y/o adelantamiento

** Carreteras con predominio de tráfico pesado.

En los tramos en recta, la sección transversal de la calzada presentará inclinaciones transversales (bombeo) desde el centro hacia cada uno de los bordes para facilitar el drenaje superficial y evitar el empozamiento del agua.

Las carreteras no pavimentadas estarán provistas de bombeo con valores entre 2% y 3%. En los tramos en curva, el bombeo será sustituido por el peralte. En las carreteras de bajo volumen de tránsito con IMDA inferior a 200 veh/día, se puede sustituir el bombeo por una inclinación transversal de la superficie de rodadura de 2.5% a 3% hacia uno de los lados de la calzada.

❖ **Bermas**

A cada lado de la calzada, se proveerán bermas con un ancho mínimo de 0.50 m. Este ancho deberá permanecer libre de todo obstáculo incluyendo señales y guardavías. Cuando se coloque guardavías se construirá un sobre ancho de min. 0.50 m.

En los tramos en tangentes las bermas tendrán una pendiente de 4% hacia el exterior de la plataforma.

La berma situada en el lado inferior del peralte seguirá la inclinación de este cuando su valor sea superior a 4%. En caso contrario, la inclinación de la berma será igual al 4%.

La berma situada en la parte superior del peralte tendrá en lo posible una inclinación en sentido contrario al peralte igual a 4%, de modo que escurra hacia la cuneta.

La diferencia algebraica entre las pendientes transversales de la berma superior y la calzada será siempre igual o menor a 7%. Esto significa que cuando la inclinación del peralte es igual a 7%, la sección transversal de la berma será horizontal y cuando el peralte sea mayor a 7%, la berma superior quedará inclinada hacia la calzada con una inclinación igual a la inclinación del peralte menos 7%.

❖ **Ancho de la plataforma**

El ancho de la plataforma a rasante terminada resulta de la suma del ancho en calzada y del ancho de las bermas.

La plataforma a nivel de la subrasante tendrá un ancho necesario para recibir sobre ella la capa o capas integrantes del Afirmado y la cuneta de drenaje.

❖ **Bombeo**

Las Normas peruanas de diseño de carreteras indican que las carreteras con Afirmado de tipo superior estarán provistas de bombeo en los tramos en tangente, con los valores comprendidos entre 1% y 2%. En los tramos en curva, el bombeo será sustituido por el peralte en la forma indicada anteriormente.

❖ **Plazoletas**

Las normas peruanas en su ítem 5.4.4.1 establecen que cuando el ancho de las bermas es menor de 2.40 m se deberá prever, en cada lado de la carretera y a una distancia no mayor de 400 m. plazoletas de estacionamiento de dimensiones mínimas utilizables, de 3.00 x 3.00 m. La ubicación de dichas plazoletas, se indican en los planos en planta y de secciones transversales del presente estudio.

❖ **Taludes**

Talud, es cualquier superficie inclinada con respecto a la horizontal que adopta una masa de tierra con la intervención de la mano del hombre.

Los valores de la inclinación de los taludes en corte serán, de modo general, los indicados en la tabla 5.4.6.2 de las Normas peruanas de diseño de carreteras y para las secciones en relleno los indicados en la tabla 5.4.6.4 de las mismas.

Tabla 15. *Taludes de Relleno*

Material	Talud V: H
Enrocado	1:1
Terrenos	1:1:5
Arena	1:2

Fuente: *N.P.D.C*

Tabla 16. *Taludes de Corte*

Clase de terreno	Talud V: H
Roca fija	10:1
Roca suelta	4:1
Conglomerados	3:1
Tierra	2:1
Compactada	1:1
Tierra suelta	1:2
Arena	1:2

Fuente: *N.P.D.C*

2.5.2.1.2 UBICACION DEL EJE LONGITUDINAL

Definido el plano topográfico y los parámetros de diseño respectivos, se procederá a diseñar el eje planímetro, así como el perfil longitudinal y las secciones transversales de la carretera.

2.5.2.1.2.1 DISEÑO DEL EJE PLANIMETRICO

❖ TRAZO DE LA LINEA GRADIENTE.

Sobre la base de los planos topográficos y a las estacas de la línea de gradiente trazada en campo. Se procederá a trazar la línea de gradiente definitiva en el plano a curvas de nivel a escala 1:2000, mediante el método del compás.

❖ TRAZO DE LA POLIGONAL

Consiste en formar un polígono cuyos lados procuren contener el mayor número de compasadas de la línea de gradiente seleccionada. Algunos criterios a tener en cuenta son:

- Deben evitarse el uso de ángulos de deflexión pequeños
- La geometría debe responder simultáneamente a la acción de la topografía del terreno y a la exigencia de determinados medios en las curvas, especialmente en las curvas de volteo las que deben plantearse en el peor de los casos para el radio mínimo excepcional.
- Se prefiere los cortes antes que los rellenos.

❖ **DETERMINACION DE LOS ANGULOS DE INTERSECCION DE LA POLIGONAL.**

Una vez definida la poligonal haciendo uso del programa AUTOCAD se procede a editar los valores de las coordenadas de los puntos de intersección.

Conocidas las coordenadas de los PI, se obtiene los valores de los ángulos de intersección, los cuales no necesitan ser corregidos dada la precisión que nos ofrece el programa.

❖ **DETERMINACION DE LOS LADOS DE LA POLIGONAL**

Conocidas las coordenadas de los vértices, haciendo uso del programa CIVIL 3D Y EL AUTOCAD se determina la longitud de cada lado de la poligonal.

❖ **DISEÑO DE LAS CURVAS HORIZONTALES.**

Definida la poligonal y determinados los ángulos de intersección de los lados de la misma, el paso siguiente consiste en diseñar las curvas horizontales, para lo cual es muy usual la planilla de círculos concéntricos partiendo del menor radio posible, dichos datos se ingresan al programa CIVIL 3D, el cual lo procesa.

❖ **ESTACADO DEL EJE PLANIMETRICO**

Una vez definido el eje planimétrico de la vía se procede a realizar el estacado del mismo, proceso que consiste en dejar marcas cada 20 metros en tramos rectos y tramos curvos, realizado también con apoyo del programa CIVIL 3D.

❖ **DETERMINACION DE LAS COORDENADAS DE LOS PC Y PT**

Conocidos los valores del azimut de los lados de la poligonal y de las tangentes de las curvas mediante y con apoyo del programa AIDC se calculan las proyecciones de dichas tangentes, las cuales al ser sumadas algebraicamente a las coordenadas del PI respectivo nos permiten obtener las coordenadas de los PC Y PT.

2.5.2.1.3. NIVELACION DEL EJE LONGITUDINAL, COLOCACION DE PUNTOS DE CONTROL, PERFILES LONGITUDINALES.

2.5.2.1.3.1 OBTENCION DEL PRIMER B.M

Se realizará con la ayuda de un altímetro, calibrándose primeramente sobre la base del BenchMark (BM).

2.5.2.1.3.2. NIVELACION DE LAS ESTACIONES Y UBICACIÓN DE LOS BM DEL PROYECTO.

Se procederá a nivelar cada una de las estacas de la poligonal obteniéndose la altitud de cada una de ellas; la lectura se tomará con aproximación al milímetro.

Obtenido el perfil se procederá a trazar la línea de subrasante respectiva teniendo en cuenta los criterios siguientes.

- De preferencia los Pis vertical deben ubicarse en estacas pares.
- La distancia entre los Pis verticales debe ser apropiada a fin de no tener interacción de curvas verticales.
- En terreno plano la subrasante estará sobre el terreno natural salvo casos especiales por razones de drenaje.
- En terreno ondulado por economía la Subrasante seguirá las inflexiones del terreno sin perder de vista las imitaciones impuestas por la estética, visibilidad y seguridad.
- En terreno accidentado será necesario adaptar a la subrasante al terreno evitando los tramos en contra pendiente, sobre todo cuando se debe vencer un desnivel considerable.

2.5.2.1.3.3 SECCIONAMIENTO TRANSVERSAL

Teniendo como base el estacado del eje planímetro se procede a realizar el seccionamiento transversal a fin de poder obtener el perfil del terreno.

Definido el perfil del terreno y determinados: Ancho de faja de rodadura, taludes, bermas, sobre anchos, dimensiones de cunetas, y banquetes de visibilidad (de ser el caso) se procederá a dibujar las cajas de la plataforma.

2.5.2.2. DISEÑO DE AFIRMADOS

2.5.2.2.1. GENERALIDADES.

El Afirmado de un camino es una estructura de ingeniería vial destinada a proporcionar un adecuado elemento de soporte para el tránsito vehicular y peatonal. Está formada por una o varias capas de material seleccionado que colocadas técnicamente sobre el terreno de fundación y con los espesores adecuados deben proporcionar la capacidad necesaria para soportar las cargas de tránsito y sus efectos abrasivos, así como los agentes climatológicos del medio.

2.5.2.2.2. FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DISEÑO DE AFIRMADO.

El tráfico en caminos y calles de año en año varía tanto en la cantidad de vehículos como en la magnitud de las cargas, por ejemplo: el tráfico cambia con el transcurrir

A). INDICE DE TRÁFICO

Según Guerra Bustamante, Cesar, en su libro Localización y Diseño Geométrico, se refiere al volumen de vehículos que circulan por una vía en un determinado tiempo, siendo de tres clases, según la cantidad de vehículos.

Tráfico Pesado : Cuyo volumen es mayor que 300 camiones y autobuses diarios.

Trafico Mediano : Su volumen es de 50 a 300 camiones y autobuses diarios.

Trafico Liviano : Cuyo volumen es menor a 50 vehículos y autobuses diarios.

B). CLIMA

Influye distintamente en la costa, la sierra y en la Selva por lo que se debe tener en cuenta los cambios de temperatura, lluvias.

C). TERRENO DE FUNDACION.

Se refiere al conocimiento de todas las características principales de un suelo (análisis granulométrico, límites de consistencia, densidad, compactación, CBR, etc.).

2.5.2.2.3 MOMENTO DE EFECTUAR UN AFIRMADO

Según el MTC - Perú, en el Manual de Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, se plantea los momentos siguientes:

- Cuando una explanación o terraplén ya no tenga asentamientos.
- Cuando los taludes hayan adquirido su estabilidad natural, o sea, un ángulo natural de reposo.
- Cuando se haya cumplido con todas las especificaciones geométricas de la vía (radios, pendientes, sobreanchos, etc.).
- Cuando se hayan terminado de construir todas las obras de drenaje.

2.5.2.2.4 CONDICIONES QUE DEBE TENER UNA BUENA CALZADA

Según el MTC - Perú, en el Manual de Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, las condiciones para una buena calzada son las siguientes:

- Debe de ser dura y a la vez elástica.
- Debe ser suave a la rodadura y a la vez dificultar el resbalamiento.
- Tener homogeneidad impermeabilidad.
- No debe ser susceptible a la formación de baches.
- No debe ser propenso a la formación de polvo y lodo.
- Debe absorber el ruido.
- Ser agradable a la vista y no reflejar la luz solar.

2.5.2.2.5. SELECCIÓN DEL TIPO DE AFIRMADO

A. TERRENO DE FUNDACIONES.

Sirve de cimiento al Afirmado. Después de haber terminado el movimiento de tierras, y que una vez compactado, así como teniéndose las secciones transversales y pendientes especificadas en los planos de diseño su clasificación es la siguiente.

- ✓ Pésimo: Cuando está constituida de materia orgánica, en lo posible se debe desechar este material y sustituirlo por otro de mayor calidad.
- ✓ Malo: Es decir que el material que se encuentra es limo o arcilla o la combinación de ambos, en este caso se debe colocar una capa de sub- base granular.

- ✓ Regular o bueno. En este caso se considera un suelo bien graduado y no ofrece peligro de estructuración, se podría prescindir de la sub- base granular.
- ✓ Excelente: Es la parte superior del terreno de fundación, y debe cumplir las especificaciones Standard para materiales a emplearse en la construcción la AASHTO M 576-64 en la cual recomienda:

- Los materiales estarán libres de cantidades perjudicialmente, de materia orgánica tal como hojas, rocas, etc.
- Debe estar distribuido convencionalmente
- Tendrá un diseño adecuado de drenaje.

B. SUB BASE

Es la capa que queda inmediatamente arriba de la sub-base. La capa de base suele consistir en materiales granulares, como piedra triturada, grava triturada o no triturada y arena. Entre las especificaciones de los materiales para capa de base se suelen encontrar requisitos estrictos en comparación con los de los materiales de la sub-base, en especial en lo que concierne a su plasticidad, granulometría y resistencia.

La sub base es una capa de material seleccionada encargada de soportar y de transmitir cargas aplicadas a la superficie de rodaduras, que se coloca encima de la subrasante, con el objeto de.

- Servir de capa de drenaje al Afirmado
- Controlar o eliminar en lo posible los cambios de volumen y elasticidad y plasticidad que pudiera tener el material de la subrasante.
- Proteger el Afirmado contra posibles hinchamientos. Que se puede producir en épocas de heladas.
- El material empleado para sub-base debe cumplir lo siguiente:
- El material deberá tener mayor capacidad de soporte que el terreno de fundación y puede ser: arena, grava.
- Tendrá las características de los suelos A-1 ó A-2 aproximadamente, así mismo su límite líquido debe ser inferior al 35% y su índice plástico no mayor de 6%.
- Su valor de C.B.R. será mayor o igual al 155, con hinchamiento menor al 50% (Designación T-6-5)

- El porcentaje de finos que pase el tamiz N° 200 no debe ser mayor que el 8%.

C. LA BASE

Es la capa que queda inmediatamente arriba de la sub-base. La capa de base suele consistir en materiales granulares, como piedra triturada, grava triturada o no triturada y arena. Entre las especificaciones de los materiales para capa de base se suelen encontrar requisitos estrictos en comparación con los de los materiales de la sub-base, en especial en lo que concierne a su plasticidad, granulometría y resistencia.

Los materiales que no tienen las propiedades requeridas se pueden usar como materiales de base, si se estabilizan en forma adecuada con cemento Portland, asfalto o cal.

Tabla 17. *Porcentaje de material granulométrico*

Tamiz	Porcentaje de material que pase					Peso
	Granulometrías					
	A	B	C	D	E	F
2"	100	100	-	-	-	-
1	-	75-95	100	100	100	100
3/8"	30-65	40-75	50-85	60-100	-	-
N°4	25-55	30-60	35-65	50-85	35-100	70-100
N°10	15-40	20-45	25-100	40-70	40-100	55-100
N°40	8-20	15-30	15-30	25-45	20-50	30-70
N°200	2-8	5-20	5-20	5-20	6-20	8-25

Fuente: Normas peruanas de diseño de carreteras

D. SUPERFICIE DE RODADURA:

Conocida también como capa de desgaste. Es la capa superficial, carpeta o revestimiento de la capa superior del Afirmado y se construye inmediatamente arriba de la base. Su función principal será proteger la base, impermeabilizando la superficie, para evitar así posibles infiltraciones de agua de lluvia, proteger además contra la acción abrasiva de las ruedas de los vehículos evitando que se desgaste.

2.5.2.2.6. CALCULO DEL INDICE DE TRAFICO.

A. DETERMINACION DEL INDICE DE TRAFICO. (IT)

El Camino Vecinal en estudio, por tratarse de una vía a aperturarse, y no contando con trafico actual; se realizará un estudio de Población y se analizará la Producción de la Zona y se aplicará la Metodología del EXCEDENTE DEL PRODUCTOR, para determinar el IMDA.

2.5.2.2.7. DISEÑO DEL AFIRMADO APROPIADO.

El espesor del Afirmado, está en función de la intensidad de tránsito, de la capacidad portante del terreno de fundación y de las condiciones climatológicas. Para el cálculo del espesor del espesor del Afirmado se usará el Método de NAASRA.

A. Método de NAASRA

Para el diseño de Afirmado s "Afirmado s" se presenta una ecuación de un método empírico de NAASRA (National Association of Australian State Road: Asociación Nacional de Vialidad del Estado de Australia), para el diseño de Afirmados, la referencia dada de 1979. NAASRA se convirtió en lo que actualmente se le conoce como AUSTRAROADS, y poseen procedimientos de diseños actualizados, que contempla límite de deformaciones a nivel subrasante, deflexiones y perdida de la capa de Afirmado por efecto de clima y perfilados propios del mantenimiento. La ecuación del método NAASRA, (National Association of Australian State Road Authorities, hoy AUSTRROADS) que relaciona el valor soporte del suelo (CBR) y la carga actuante sobre el Afirmado, expresada en número de repeticiones de Ejes Equivalentes (EE).

Donde:

$$e = (219-211 * (\log_{10} \text{CBR}) + 58 * (\log_{10} \text{CBR})^2) * \log_{10} * (\text{Nrep}/120)$$

Donde:

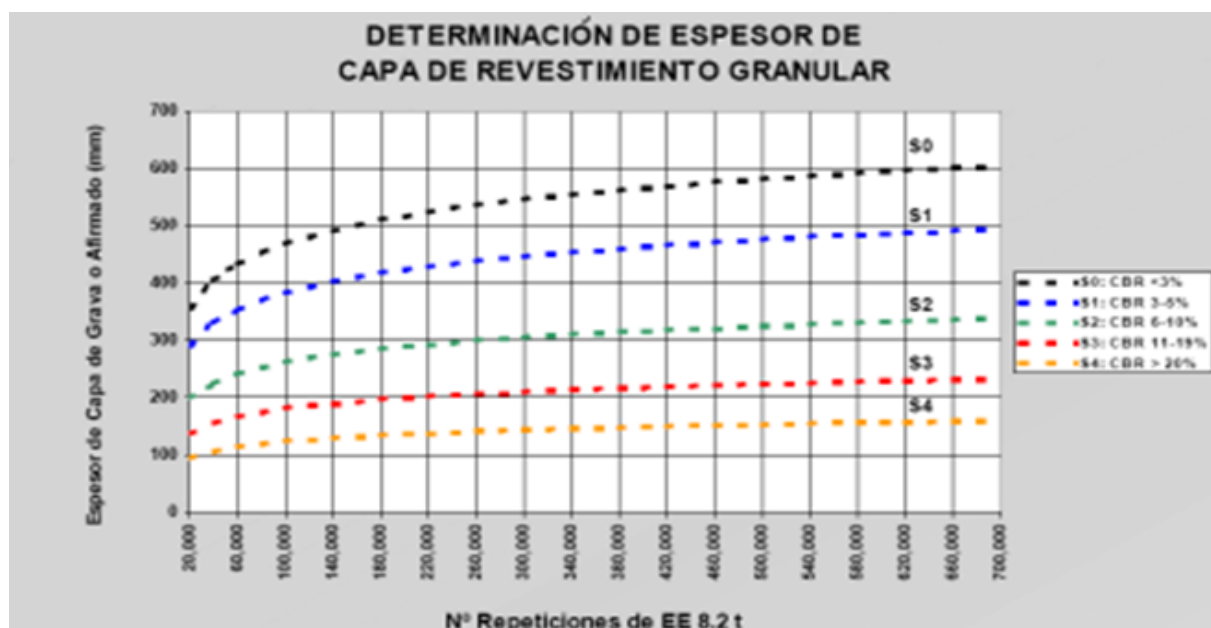
e = Espesor de la capa de Afirmado en mm.

CBR = Valor del CBR de la subrasante.

Nrep = Número de repeticiones de Ejes Equivalentes (EE) para el carril de diseño.

Y con el siguiente cuadro determinaremos el espesor de la capa de revestimiento granular para la ecuación dada:

Gráfico 5. Cuadro para Determinar el Espesor de la Capa de Revestimiento Granular.



Fuente: Elaboración en base a la ecuación de diseño del método NAASRA.

2.5.2.3. DISEÑO HIDRAULICO DE OBRAS DE ARTE

2.5.2.3.1. GENERALIDADES

En ingeniería, los proyectos que se refieren al uso del agua y la defensa contra los daños ocasionados por esta, nos vemos en la necesidad de salvar los obstáculos dados por los causes artificiales o naturales de agua, estos necesariamente están ligados a la hidrología, ciencia que estudia los fenómenos naturales relacionados con el agua, de manera que los métodos que se emplean no pueden ser rígidos quedando algunas decisiones al criterio del ingeniero.

2.5.2.3.2. ESTUDIO HIDROLOGICO E HIDRAULICO

- ❖ Cuencas con escasa información hidrometeoro lógica; Requiere de aplicación de modelos de generación sintética de descargas o modelos de regresión múltiple lineal o no lineal.
- ❖ Cuencas sin información hidrometereologica; Es el caso más crítico y a la vez el más frecuente en nuestro país. Se recomienda utilizar un análisis regional entre los parámetros geomorfológicos de las cuencas o subcuentas con información y los valores de escurrimientos en estudios de la cuenca sin información.

A. DEFINICIONES

✓ **Riesgo de Falla (j)**

Representa el peligro o la probabilidad de que el gasto considerado para el diseño sea superado por otro evento de magnitudes mayores.

Si llamamos P a la probabilidad acumulada de que no ocurra tal evento, es decir, que la descarga considerada no sea igualada o supera por otra; entonces la probabilidad de que, si ocurra dicho evento en N años consecutivos de vida, representa el riesgo de falla J y está dado por.

$$J = 1 - P^n \dots\dots\dots (15)$$

✓ **Frecuencia de las precipitaciones (f).**

Es el número de veces que se presenta una tormenta de determinada magnitud y duración en un periodo largo de tiempo expresado comúnmente en años.

La frecuencia se puede calcular por la formula empírica, propuesta por Weibull, para el caso de series parciales que según expertos se emplea como mínimo n=30 años.

$$f = \frac{m}{n+1} \dots\dots\dots (16)$$

Donde:

F : Frecuencia de las precipitaciones

M : Número de orden del evento ordenado en forma decreciente

N : Número total de eventos (años de observación)

✓ **Tiempo o periodo de retorno (Tr)**

Es el tiempo transcurrido para que un evento de magnitud dada se repita, en promedio. Se calcula por la siguiente ecuación.

$$Tr = \frac{1}{f} \dots\dots\dots (17)$$

También se expresa en función de la probabilidad P de no – ocurrencia.

La probabilidad de ocurrencia está dada por 1-P y el tiempo de retorno se expresa mediante:

$$Tr = \frac{1}{1-p} \dots\dots\dots (18)$$

También se expresa en función de la probabilidad P de no-ocurrencia.

La probabilidad de ocurrencia está dada por 1-p y el tiempo de retorno se expresa mediante:

$$Tr = \frac{1}{1-p} \dots\dots\dots (19)$$

Eliminando el parámetro P dentro de las ecuaciones anteriores se tiene:

$$Tr = \frac{1}{1-(1-f)} \dots\dots\dots (20)$$

Ecuación que se utiliza para estimar el tiempo de retorno Tr para diversos riesgos de falla y vida útil N de la estructura.

Para el diseño de las diferentes obras de arte, es preciso conocer las magnitudes de los eventos que se presentan para diferentes periodos de retorno, según la importancia del proyecto y los años de vida útil de cada estructura.

✓ **Vida útil (N)**

Se define como el tiempo ideal durante el cual las estructuras e instalaciones funcionan al 100% de eficiencia ya sea por su capacidad o por su resistencia; pasado dicho tiempo o periodo se debe realizar una ampliación o un nuevo diseño.

Depende de varios factores:

- Durabilidad de las instalaciones.
- Facilidad de construcción y posibilidades de ampliación o sustitución.
- Posibilidades de financiamiento.
- Tendencia del crecimiento poblacional.
- Rentabilidad.

✓ **Tiempo de concentración (Tc)**

Se define como el tiempo necesario para que una gota de lluvia llegue a una alcantarilla o desagüe pluvial (punto emisor) desde el punto más remoto de la cuenca.

Se calcula por la formula empírica siguiente.

Donde:

- Tc : Tiempo de concentración (minutos)
L : Longitud del curso mayor (Km)
H : Diferencia entre altitud máxima y mínima (m).

✓ **Descarga de Diseño (Q)**

Es el valor máximo del caudal instantáneo que se espera pueda ocurrir con determinado periodo de recurrencia, durante los años de vida útil de un proyecto. Para determinar la escorrentía máxima en estructuras hidráulicas menores: alcantarillas, canales de desviación, acequias de infiltración, etc.: el método más usado es el método racional.

Formula del Método Racional.

Donde: $Q = \frac{CIA}{360}$ (21)

- Q : Descarga de diseño
C : Coeficiente de escorrentía superficial
I : Máxima intensidad de precipitación correspondiente al tiempo de concentración (mm/h).
A : Área a drenar (Has)

✓ **Coeficiente de Escorrentía.**

Es la relación entre el agua que corre por la superficie del terreno y la total precipitada. Es difícil determinar con exactitud su valor, ya que varía según la topografía, la vegetación, la permeabilidad y la proporción de agua que el suelo contenga, también depende de la extensión de áreas pavimentadas y construidas.

2.5.2.3.3 ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRENAJE SUPERFICIAL Y SUB SUPERFICIAL

A. INTRODUCCION

El drenaje es uno de los factores más importantes en el diseño de obras de Ingeniería, carreteras, canales, puentes y otras. Deben estudiarse problemas de:

- La eliminación del agua superficial del camino.
- El cruce de los arroyos o de los canales de drenaje artificiales.
- Alejamiento y regulación del agua subterránea.

El agua superficial causa la erosión y grandes gastos de conservación, erosionando los suelos y las estructuras, infiltrándose en el suelo dejando a la estructura sin sostén.

B. OBJETIVO DEL DRENAJE.

El objetivo fundamental del drenaje es la eliminación del agua que en cualquier forma pueda perjudicar a la estructura. Esto se logra evitando que el agua llegue hacia él, o de lo contrario dar una salida a las aguas que inevitablemente lleguen.

C. CONDICIONES DE UN BUEN DRENAJE

Con el fin de aumentar la durabilidad del conjunto de elementos de la vía, así como disminuir la afectación a la operación vehicular y peatonal, es necesario contar con un sistema de drenaje adecuado.

En general, los elementos de drenaje no deben obstaculizar ni generar afectación a las condiciones de operación vehicular, ya sea por disminución física o aparente del ancho de calzada. A continuación, se indican algunas recomendaciones que deben ser tenidas en cuenta en el diseño:

- Las obras de drenaje, deben evitar al máximo las concentraciones de agua en la vía, las cuales generan disminución en la velocidad de los vehículos, y en casos críticos accidentes por el fenómeno de “hidroplaneo”.
- En lo posible, las obras de drenaje no deben ubicarse dentro de curvas horizontales de radios cercanos al mínimo, por el efecto restrictivo que generan sobre los conductores y que los obliga a realizar operaciones súbitas de frenado.

- El diseño de las cunetas, debe permitir la conducción de las aguas superficiales sin que su geometría (sección transversal), se constituya en un riesgo para los vehículos en caso de despiste y ocasional volcamiento, ante el evento que algún vehículo traspase el borde exterior de la berma.
- En zonas de cruce de peatones, se debe tener precaución en que las aguas de escorrentía no afecten el paso de éstos.
- Tener especial cuidado en los sitios de descarga de las estructuras de drenaje, a fin de evitar efectos de erosión y otros daños.

D. CLASES DE DRENAJE

- ✓ **Drenaje superficial:** El drenaje superficial tiene como finalidad alejar las aguas de la carretera para evitar el impacto negativo de las mismas sobre su estabilidad, durabilidad y Intransitabilidad.

El adecuado drenaje es esencial para evitar la destrucción total o parcial de una carretera y reducir los impactos indeseables al ambiente debido a la modificación de la escorrentía a lo largo de éste.

El drenaje superficial comprende:

- La recolección de las aguas procedentes de la plataforma y sus taludes.
- La evacuación de las aguas recolectadas hacia cauces naturales.
- La restitución de la continuidad de los cauces naturales interceptados por la carretera.

Los elementos del drenaje superficial se elegirán teniendo en cuenta criterios funcionales, según se menciona a continuación:

- Las soluciones técnicas disponibles.
- La facilidad de su obtención y así como los costos de construcción y mantenimiento.
- Los daños que, eventualmente, producirían los caudales de agua correspondientes al período de retorno, es decir, los máximos del período de diseño.

Al paso del caudal de diseño, elegido de acuerdo al período de retorno y considerando el riesgo de obstrucción de los elementos del drenaje, se deberá cumplir las siguientes condiciones:

- En los elementos de drenaje superficial la velocidad del agua será tal que no produzca daños por erosión ni por sedimentación.
- El máximo nivel de la lámina de agua será tal que siempre se mantenga un borde libre no menor de 0.10 m.

No alcanzará la condición de catastróficos los daños materiales a terceros producibles por una eventual inundación de zonas aledañas a la carretera, debido a la sobre elevación del nivel de la corriente en un cauce, provocada por la presencia de una obra de drenaje transversal.

El drenaje superficial se clasifica en:

- ✓ **Drenaje artificial:** Se clasifica en superficial y subterráneo, según el escurrimiento se realice o no a través de las capas de la corteza terrestre.
- ✓ **Drenaje Superficial:** Se clasifica, según la posición que guarden las obras respecto al eje de la carretera, en paralelo o transversal.
- ✓ **Drenaje Longitudinal:** Tiene por finalidad captar los escurrimientos para evitar que alcancen la sub-rasante y consiguientemente el deterioro de la carretera o permanezcan en ella sin causar desperfectos; con este tipo de drenaje se considera a cunetas, contra cunetas y canales de encauzamiento. La denominación de longitudinal se debe a que estas se ubican aproximadamente en forma paralela al eje del camino.
- ✓ **Drenaje del Afirmado:** Salvo en el caso de carreteras en terrenos permeables, el drenaje de la capa permeable constituida por el afirmado, puede proyectarse tanto mediante drenes enterrados como prolongando la capa permeable hasta los taludes de los terraplenes a cunetas. Además, deben darse pendientes transversales mínimas a la subrasante.

✓ **Drenaje transversal:** Tiene por objeto dar paso expedito al agua que cruza de un lado a otro de la carretera, o bien retirar lo más pronto el agua de su corona, quedan en este tipo de drenaje los tubos, losas, cajones, bóvedas, vados, sifones, etc. De acuerdo a la dimensión del claro de las obras de drenaje transversal se ha convenido dividir a este mayor o menor.

La distancia entre drenes interceptores transversales será, por término medio, de 20 m a 25 m.

- a) El eje de las espigas formará con el eje de la carretera un ángulo de 60° .
- b) Las espigas estarán constituidas por una zanja situada bajo el nivel del plano superior de la explanada.
- c) Sus paredes serán inclinadas con talud aproximado de 1/2 para repartir el posible asiento diferencial al máximo.
- d) Las zanjas se rellenarán de material filtro. Las espigas llevarán una cuna de concreto de baja resistencia o arcilla unida al solado del dren longitudinal.
- f) Las espigas consecutivas se situarán a distancias variables que dependerán de la naturaleza del suelo que compone la explanada. Dichas distancias estarán comprendidas entre 6 m para suelos muy arcillosos y 28 m para suelos arenosos.

✓ **Drenaje Longitudinal:** Cunetas: Son canales que se hacen en todos los tramos en ladera y corte cerrado de un camino y sirven para interceptar el agua superficial que proviene del mismo, de los taludes cuando existe cortes y del terreno natural adyacente, en ciertos lugares sirven para almacenar la nieve que cae, o que se acumula al limpiar la vía. Su función principal es conducir el agua superficial a una corriente natural o a una obra transversal, alejándolo lo más pronto posible de la zona ocupada por la carretera.

Según las Normas Peruanas de diseño de carreteras las cunetas por lo general tendrán sección triangular y sus dimensiones mínimas las indicadas en la tabla 17.

Tabla 18. *Dimensiones mínimas de cunetas.*

Región	Profundidad(m)	Ancho (m)
Seca	0.20	0.50
Lluviosa	0.30	0.50
Muy lluviosa	0.50	1.00

Fuente: N.P.D.C

Cabe indicar que el ancho es medido desde el borde de la subrasante hasta la vertical que pasa por el vértice inferior. La profundidad es medida verticalmente desde el nivel superior del borde de la subrasante hasta el fondo o vértice de la cuneta.

Contra cunetas

Son zanjas que se plantean agua arriba de los taludes en las secciones en corte, tiene por finalidad interceptar el agua que escurre por las laderas y conducirlo hacia alguna cañada inmediata o parte baja del terreno, evitando la erosión al escurrir por los taludes y el aumento del caudal de las cunetas. La construcción de una contra cuneta debe ser solo en aquellas zonas en que el escurrimiento es transversal al camino y proviene de una cuenca de tal manera que pudiera sobrepasar la capacidad de la cuneta. Para su ubicación se deberá tener en cuenta la topografía geología y cobertura vegetal del terreno. Las dimensiones se fijarán de acuerdo a las condiciones pluviométricas de la zona, siendo la sección trapezoidal la más común. Es necesario que las contra cunetas se construyan impermeabilizadas y con la suficiente pendiente para garantizar un rápido drenaje del agua que captan los materiales más usados para el recubrimiento de contra cunetas son el concreto, mampostería de piedra, etc.

Muros de sostenimiento.

Son estructuras de mampostería de piedra o de concreto ciclópeo que se plantean cuando no es posible construir un terraplén, ya sea porque el talud no se encuentra con la ladera, por ser esta muy escarpada, o por la vecindad de un curso de agua.

Todo muro será diseñado convenientemente para soportar el empuje lateral de los suelos retenidos, a fin de evitar el volteo, deslizamiento y ejercer sobre el terreno de fundación presiones exageradas. Además, es necesario tomar precauciones especiales

en lo referente al drenaje, dotando al muro en su parámetro interno de filtros de material permeable, que canalicen las aguas hacia las salidas que se proyectan a través del muro.

Las Normas peruanas de diseño de carreteras en sus laminas A.3.1 y A.3.2. Nos refieren las especificaciones para muros de sostenimiento de mampostería de piedra y de concreto ciclópeo, respectivamente.

-Drenaje transversal

Bombeo

Inclinación lateral a partir del eje de la losa del puente hacia los bordes, su función es eliminar el agua que cae sobre la corona.

Alcantarillas.

Son estructuras de forma diversa que tienen por función conducir y desalojar lo más rápido posible el agua de las hondonadas y partes bajas del terreno que atraviesa el camino.

Pueden clasificarse en alcantarillas rígidas y flexibles.

- Las alcantarillas rígidas suelen ser de concreto, losas de concreto, losas de concreto armado sobre estribos de mampostería de piedra o de concreto ciclópeo o simple, hierro fundido o arcilla.

➤ DRENAJE DE AGUA SUB SUPERFICIAL.

El drenaje sub superficial tiene por objeto proteger al camino del daño que le puede causar el agua que se encuentra en el terreno por debajo de él, por lo general el agua que se encuentra en el terreno por debajo de él, por lo general el agua se presenta en corrientes que fluyen por efecto de la gravedad.

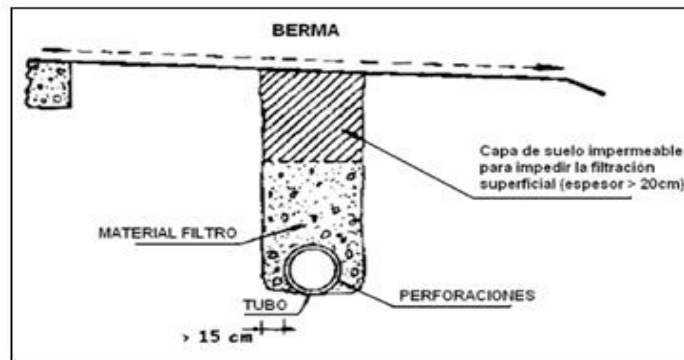
El efecto de las aguas del subsuelo deberá ser estudiado por el proyectista teniendo en cuenta todos los elementos que influyen en la estabilidad misma: naturaleza y pendiente transversal del terreno, su estratificación, ubicación de la napa freática, cantidad de agua, etc.

Drenes.

Son obras de arte empleadas para bajar el nivel de los mantos y eliminar las aguas subterráneas.

El dren subterráneo estará constituido por una zanja en la que se colocará un tubo con orificios perforados, juntas abiertas, o de material poroso. Se rodeará de un material permeable, material filtro, compactado adecuadamente, y se aislará de las aguas superficiales por una capa impermeable que ocupe y cierre la parte superior de la zanja (Gráfico N°06).

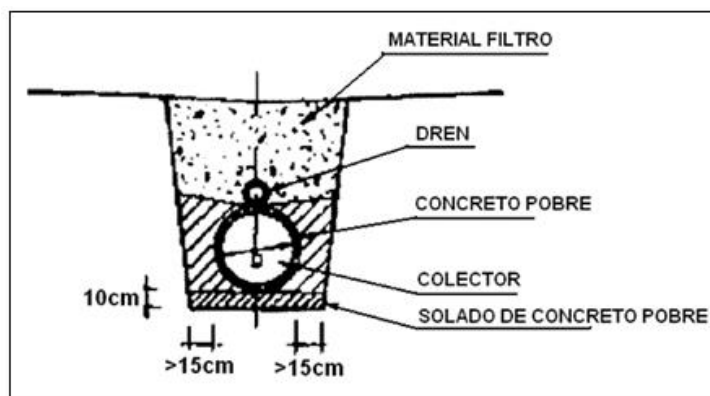
Gráfico 6. *Drenes Subterráneos.*



Las paredes de la zanja serán verticales o ligeramente inclinadas, salvo en drenes transversales o en espina de pez, en que serán admisibles, incluso convenientes, pendientes más fuertes. En casos normales, el talud máximo no superará el valor 1/5. (H/V).

Si se proyectan colectores longitudinales, puede aprovecharse la zanja del dren para la ubicación de aquellos. En tal caso, se aconseja una disposición similar a la que se señala en la grafico N°07.

Gráfico 7. *Drenes Subterráneos.*



Dren ciego.

Consiste en una zanja llena de material pétreo y grueso, la zanja deberá tener en el fondo el ancho necesario para poder excavar y colocar después el material de relleno, es decir, el ancho no será menor de 0.40 m. Se emplean de preferencia cuando no se requiere de mucha profundidad y el agua que se pretende recoger sea en pequeña cantidad.

Dren con tubo.

Es un tubo colocado en el fondo de una zanja y que a la vez capta el agua y la conduce hacia afuera. En este caso el relleno de la zanja tiene por objeto facilitar el escurrimiento hacia el tubo y por lo tanto lo indicado es que el material de relleno sea de tamaño uniforme. El tubo más comúnmente usado es del de concreto de 6" (15 cm) de diámetro, colocado en el fondo de la zanja, convenientemente asentado sobre el material fino. Para que el agua penetre al tubo y poder ser desalojada, este deberá tener agujeros de 1cm. De diámetro espaciados 10cm. Centro a centro.

Los tubos serán de material de buena calidad. Los tubos de cerámica o concreto podrán proyectarse con juntas abiertas o perforaciones que permitan la entrada de agua en su interior. Los de plástico, de material corrugado o de fibras bituminosas, deberán ir provistos de ranuras u orificios para el mismo fin que el señalado anteriormente. Los de concreto poroso permitirán la entrada del agua a través de sus paredes.

2.5.2.3.4 DISEÑO DE OBRAS DE ARTE

A. DISEÑO DE CUNETAS

Consideraciones de diseño.

❖ **Pendiente.** Generalmente se considera la misma pendiente del camino en el tramo correspondiente, esta no debe ser menor del 0.50% para evitar problemas de sedimentación.

○ **Velocidades admisibles.** La velocidad ideal es la que lleva el agua sin causar obstrucción ni erosión.

Velocidad máxima: $V_{\max} = 4\text{m/seg}$

Velocidad mínima: $V_{\min} = 0.60\text{m/seg}$

Revestimiento de las cunetas. Cuando el suelo es deleznable y la rasante de la cuneta es igual a mayor de 4%, esta deberá revestirse con piedra y lechada de cemento.

Fórmula de cálculo

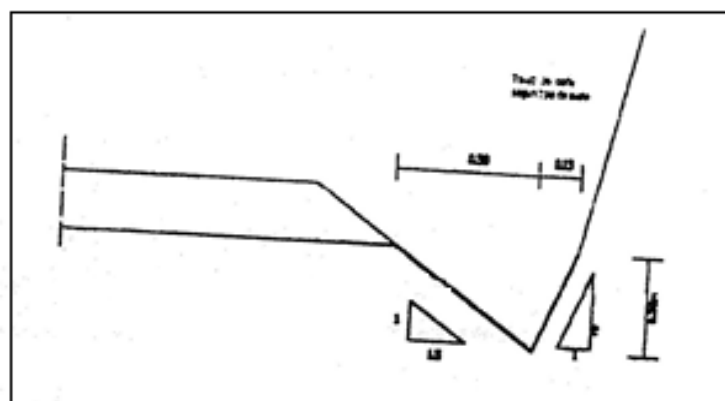
La fórmula más usada para el cálculo de canales es la FORMULA DE MANNING, que consiguientemente es aplicable al diseño de cunetas.

$$V = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n} \dots\dots\dots (22)$$

Donde:

- Q : Descarga en metros cúbicos por segundo
- S : Pendiente de la cuneta en metros por metro
- R : Radio hidráulico en metros
- N : Coeficiente de rugosidad
- Y : Velocidad del agua en metros por segundo
- A : Área de la sección de la cuneta en metros cuadrados.

Gráfico 8. Dimensiones de Cuneta.



Elementos de la sección asumidas

Cálculo del área hidráulica de la sección de la cuneta 49.

$$A = (b \cdot h) / 2 \dots\dots\dots (23)$$

- Perímetro mojado. P_m

$$P_m = (y^2 + x_1^2)^{1/2} + (y^2 + x_2^2)^{1/2} \dots\dots\dots (24)$$

- Radio Hidráulica: R

$$R = \frac{A}{P_m} \dots\dots\dots (25)$$

Descarga de la cuneta.

$$Q_c = \frac{AR^{2/3}S^{1/2}}{n} \dots\dots\dots (26)$$

B. CALCULO DE NUMERO ALIVIADEROS DE CUNETA

Para calcular el número de aliviaderos se tendrá en cuenta los siguientes factores.

Capacidad de cuneta.

Si la capacidad de cuneta $> Q$. Evacuar = no aliviadero

Si la capacidad de cuneta $< Q$. Evacuar = si aliviadero

C. DISEÑO DE ALCANTARILLAS Y ALIVIADEROS.

Debido a las ventajas de diseño e instalación se ha optado por alcantarillas circulares tipo ARMCO; aunque el precio de compra del producto sea aparentemente alto, el costo de la instalación puede resultar menor que el de las estructuras totalmente construidas en obra.

En los tramos en los que el caudal a evacuar sea mayor que el caudal de la cuneta, existe la posibilidad de evacuar el exceso por medio de alcantarillas o aliviaderos

De cuneta; pero también puede hacerse a través de zanjas de coronación, las que a su vez controlan el efecto erosivo del agua de escorrentía sobre los taludes de corte.

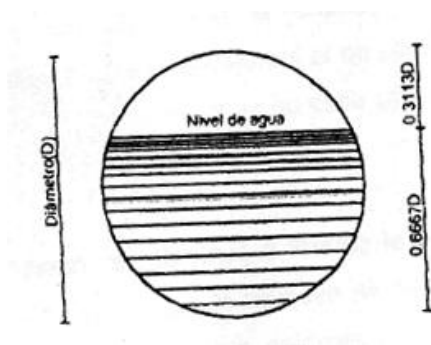
❖ Consideraciones de diseño.

El diseño de este tipo de alcantarillas se basa en la Teoría del escurrimiento crítico expuesta en el Manual de Drenaje y Productos ARMCO, cuyo objetivo es determinar la profundidad crítica en el conducto circular considerando la ley de velocidad crítica.

La velocidad critica para la descarga máxima de cualquier sección transversal de un canal, es la debida a una carga igual a la mitad del promedio de la profundidad del agua en dicha sección transversal.

Aplicando esta ley a un tubo circular, la carga que produce la velocidad crítica es igual a $0.3113D$, en que D es el diámetro del tubo en metros. La ecuación solo es válida cuando la superficie del agua coincide con la parte superior del tubo, y cuando este se halla en una pendiente tal que no haya efecto de remanso debido a la fricción.

Gráfico 9. *Elementos de la Altura Critica en Tubos Circulares.*



Conocida la ecuación de la carga hidráulica y la relación que existe entre la carga y la velocidad, se determina la velocidad critica.

$$V = \sqrt{2} gH \quad \dots\dots\dots (27)$$

$$HV = \frac{1E}{3} = 0.313D$$

$$V = \sqrt{2 * 9.8 * 0.313D} = 2.47D^{1/2}$$

Esta ecuación da a la velocidad crítica en la sección crítica, en donde la profundidad es:

$$(1 - 0.31313)D = 0.6887D$$

Con el área y la velocidad en la sección crítica conocidas, puede determinarse la descarga.

$$Q = V * A \dots\dots\dots (28)$$

$$A=\text{área a la profundidad de } (0.6887)D = 0.5768D^2$$

$$\text{Por tanto: } Q = 0.5768D^2 \times 2.471D^{1/2} = 1.425D^{5/2}$$

Conocida la descarga o caudal a evacuar por la alcantarilla, se tiene:

$$D = 0.868Q^{2/3}$$

Ecuación que proporciona el diámetro del tubo en la sección crítica, cuando la pendiente es suficiente para no causar el efecto del remanso.

❖ Efecto de la pendiente

Determinado el diámetro del tubo, el paso siguiente consiste en determinar la pendiente necesaria para permitir que el agua pase por la sección crítica sin que se produzca el efecto de remanso. Aplicando la ecuación de Manning.

$$V = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n} \dots\dots\dots (29)$$

$$n=0.021(\text{metal corrugado})$$

Despejando:

$$S = \frac{V^2 n^2}{R^{4/3}} = \frac{V^2 (0.021)^2}{R^{4/3}}$$

Además.

$$R = \frac{\text{Area}}{\text{Perimetro Mojado}} = \frac{0.5768D^2}{1.9578D} = 0.2946D$$

$$V = 2.471D^{1/2}$$

$$V = 6.1077D$$

Tenemos:

$$S = \frac{6.1077D(0.021)^2}{(0.2946)^{4/3}} = \frac{0.01374}{D^{1/3}}$$

Expresada en tanto por ciento:

$$S = \frac{1.374}{D^{1/3}} \dots\dots\dots (30)$$

Esta ecuación da el tanto por ciento de la pendiente en la que debe ser colocado el tubo para que el agua que pasa por la sección crítica fluya sin formar remanso.

➤ **Colocación y longitud de las alcantarillas**

- **Principios que gobiernan la colocación de las alcantarillas.**

Por colocación de una alcantarilla se entiende la alineación y pendiente del conducto con respecto al camino y a la corriente de agua; la ubicación apropiada para una alcantarilla es importante porque afecta la eficiencia del conducto, su conservación y la posible erosión o deslave del camino; constituyendo cada instalación un problema distinto.

- **Alineamiento:**

La corriente debe entrar y salir en la misma línea recta. Cualquier cambio brusco de dirección en uno u otro extremo retarda la corriente y obliga a emplear un conducto de mayor sección. Evitar que la corriente altere su curso cerca de los extremos del conducto, de lo contrario volverá inadecuado causando deslaves o formando remansos. Los revestimientos de piedra, césped, hormigón o la colación de secciones terminales, ayudarán a proteger las orillas del cauce contra la erosión y evitarán los cambios de dirección.

- **Pendiente:**

La pendiente ideal de una alcantarilla es la que no ocasiona sedimento ni velocidad excesiva, y evita la erosión. Velocidades mayores de 3m/seg. Causan erosión destructora aguas abajo, y al tubo mismo si no se la protege.

Se recomienda un declive de 1 a 2% para que resulte una pendiente igual a mayor que la crítica, con tal que no sea perjudicial. En general, para evitar la sedimentación, se aconseja una pendiente mínima de 0.5%. La práctica normal es la de hacer coincidir la pendiente del fondo de la alcantarilla con la del techo; sin embargo y siempre que sea beneficioso, se permiten desviaciones de este principio.

- Longitud de las alcantarillas.

La longitud de una alcantarilla depende de la anchura del camino, altura del terraplén y los taludes, pendiente y oblicuidad; del tipo de sus extremos, según sean secciones terminales, muros de cabecera, extremos biselados, desagüe en pozo colector o vertedero. Una alcantarilla debe ser lo suficientemente larga para que sus extremos no queden obstruidos por sedimento o por expansión del terraplén. De ser así, se disminuirá la eficiencia, y se aumentará los gastos de conservación; por otra parte, la alcantarilla no debe tener sus extremos innecesariamente expuestos. El mejor método para obtener la longitud requerida consiste en hacer un gráfico de la sección transversal del terraplén y el perfil del lecho de la corriente.

A falta de dichos croquis, la longitud debe obtenerse agregando a la anchura del camino, incluidas las bermas y sobre ancho de ser el caso, dos veces la relación del talud multiplicada por la altura del terraplén en el centro de la vía.

La altura del centro se toma hasta el fondo del conducto cuando no se requieren muros de cabecera; y hasta la parte superior, si se construyen dichos muros ver en la figura N°10 y N°11.

Gráfico 10. *Calculo de Longitud de una Alcantarilla con Pendiente Suave.*

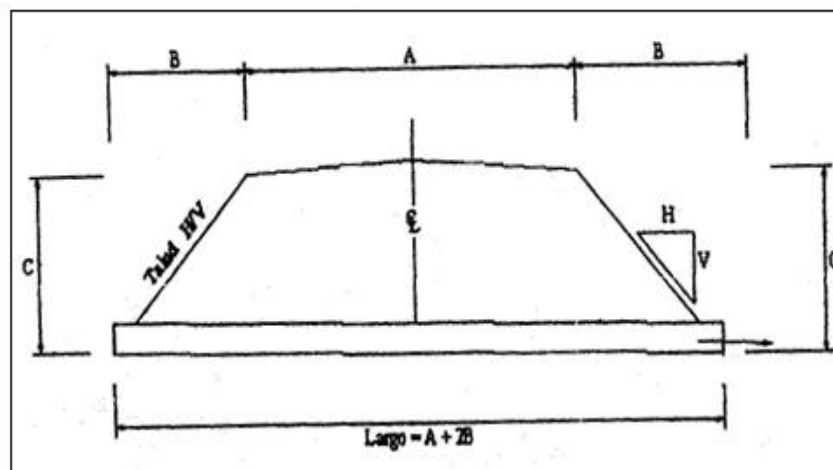
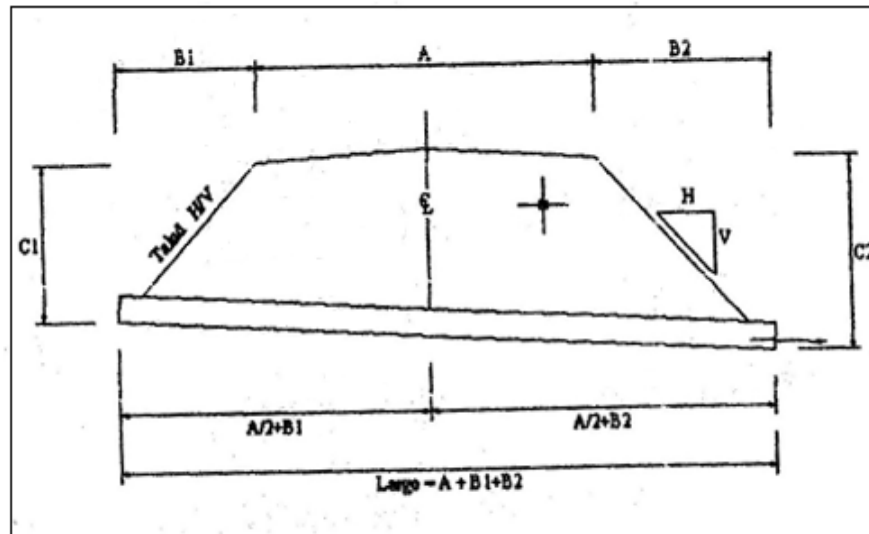


Gráfico 11. *Calculo de Longitud de una Alcantarilla con Pendiente Fuerte.*



- **Protección de las alcantarillas con empedrado (RIP RAP)**

Tanto en el ingreso como en la salida, las alcantarillas requieren ser protegidos a fin de evitar la erosión con profundidad agua arriba y aguas debajo de las mismas. La forma más usual y económica lo constituye el empedrado o rip-rap, el cual según el tamaño del material se clasifica en:

Tipo 1 : Grava gruesa de 6 pulg. (15 cm)

Tipo 2 : Grava gruesa de 12 pulg. (30 cm)

Tipo 3 : Piedra de 12 pulg. Sobre capa de 6 pulg. De arena. grava.

Tipo 4 : Piedra de 18 pulg. Sobre capa de 6 pulg. De arena. grava.

Tabla 19. *Longitudes de Protección en Alcantarillas con Empedrado.*

Caudal m ³ /seg	Ingreso	Salida	Longitud de la protección en la salida (m)
0.00 a 0.85	No necesario	Tipo 1	2.50
0.86 a 2.55	No necesario	Tipo 2	3.60
2.56 a 6.80	Tipo 1	Tipo 3	5.00
6.81 a 17.00	Tipo 2	Tipo 4	6.70

Fuente: Normas peruanas de diseño de carreteras.

Capacidades por encima de 17 m³/seg. Requieren consideración especial.

Si el conducto de la alcantarilla es bastante inclinado como para producir una velocidad superior a 4.60 m/seg. En la salida, usar el tipo de protección correspondiente al siguiente rango superior de descargas (Tipo 3, mínimo). Si se prevé un dissipador de energía a la salida, la protección con empedrado se puede reducir o eliminar.

En el libro de Hidráulica de canales abiertos por Richar H. French el cálculo de gasto de alcantarillas se divide en seis categorías, con base en las alturas relativas de la carga y de los niveles aguas abajo. Los seis tipos de flujos y sus respectivas características se resumen en la Tabla

2.5.2.4. ESTUDIO DE SUELOS Y CANTERAS

2.5.2.4.1. ESTUDIO DE SUELOS

A. MUESTREO

EL método que se empleara es de pozos de exploración los que nos van a permitir establecer en forma clara los espesores de los estratos, así como una buena inspección y clasificación del material del subsuelo, la profundidad de la napa freática, etc.

B. UBICACION DE LOS POZOS DE MUESTREO

Para la obtención del perfil longitudinal del subsuelo se realizará pozos de exploración. Para la ubicación de los pozos de exploración se tendrá en cuenta el terreno, la obra y las sugerencias del Ingeniero Asesor.

C. UBICACIÓN Y ESTUDIO DE CANTERAS.

Para la construcción de la carretera se tendrá que utilizar materiales para la sub base, las cuales tienen que soportar las principales tensiones que se producen en la vía, así como resistir al desgaste por rozamiento en su superficie. Por lo tanto, es de mucha importancia conocer las propiedades y características de los materiales de las canteras.

Ubicación. La ubicación de esta juega un papel muy importante en el costo de la vía. Para su elección se deberá tener en cuenta lo siguiente.

- ❖ Su ubicación será lo más próximo posible a la vía a mejorar, dado que así se logrará disminuir la distancia de acarreo.
- ❖ La exploración de estas será la más sencilla y económica posible, a fin de lograr el menor costo de las labores en esta etapa.
- ❖ Su volumen será cuanto menos aquel que permita realizar el mejoramiento de la vía en su estado inicial, dado que en esta etapa se tendrá el mayor requerimiento de materiales.
- ❖ Su ubicación será tal que no se tenga problemas legales al momento de la explotación; ya que de lo contrario se sufrirá un retraso de obra y consiguientemente un incremento de los gastos de gestión.

D. ENSAYOS DE LABORATORIO PARA DETERMINAR LAS CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS Y MATERIALES DE CANTERA.

Los ensayos a realizar con las, muestras obtenidas pueden ser físico- mecánico o químicos. Los análisis físico – mecánicos permiten conocer el comportamiento del suelo ante la acción de cargas externas, los análisis químicos nos permiten conocer la naturaleza y composición química del suelo.

Entre los análisis físicos y químicos – mecánicos, tenemos:

▪ CONTENIDO DE HUMEDAD (para muestras de calicata y cantera)

Viene a ser la cantidad de agua en una masa de suelo se expresa en términos de contenido de humedad.

Es la relación que existe entre el peso del agua contenida en la muestra y el peso de la muestra completamente seca, que generalmente se expresa en porcentaje.

$$\omega\% = \frac{P_w}{P_s} \times 100 \dots\dots\dots (31)$$

Dónde:

W (%): Contenido natural de humedad dado en porcentaje.

Pw: Peso del agua

Ps: Peso de la muestra seca.

En el laboratorio:

$$\omega\% = \frac{P_{hm} - P_{ms}}{P_{ms}} \times 100 \dots \dots \dots (32)$$

Donde:

W (%): Contenido natural de humedad dado en porcentaje.

Pmh: Peso de muestra húmeda.

Pms: Peso de la muestra seca.

▪ **PESO ESPECIFICO** (Para muestras de calicata y cantera)

Es la relación que existe entre el peso y el volumen de la fase solida de la muestra. Su fórmula es la siguiente.

Para partículas mayores a 4.75 mm. Se usa el método estándar AASHTO T-85 (Grava y Arena Gruesa).

$$Pe = \frac{\text{Peso piedra en el agua}}{\text{Peso piedra en el aire} - \text{peso piedra en el agua}} \text{gr/cm}^3 \dots \dots \dots (33)$$

Para partículas menores a 4.75 mm. (Tamiz N°4). Se usa el método estándar AASTHO T-100-70 (Limo y Arcilla).

Donde:

$$Ps = \frac{W_s}{W_s + W_{f+w} + W_{f+w+s}} = \frac{a}{a+b+c} \dots \dots \dots (34)$$

A: Peso del suelo seca al horno (gr.)

B: Peso del matraz con agua hasta la marca de 500 ml (gr).

C: Peso de matraz más muestra + agua hasta la marca de 500 ml (gr)

▪ ANALISIS GRANULOMETRICO

EL Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC, sostiene que el análisis granulométrico, se realiza con la finalidad de determinar la proporción de sus diferentes elementos constituyentes, clasificados en función de su tamaño.

De acuerdo al tamaño de las partículas de suelo, se definen los siguientes términos:

Los resultados se presentan por medio de curvas de distribución granulométrica en la cual se grafica el diámetro de las partículas en el eje de las abscisas y el porcentaje que pasa en el eje de las ordenadas. La forma de la curva es un indicador de la granulometría, tenemos que los suelos uniformes están representados por líneas en forma de S que extienden a través de varios ciclos de la escala logarítmica.

Coefficiente de Uniformidad (Cu): Su valor numérico decrece cuando la uniformidad de la muestra aumenta, así se tiene:

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

Si:

$Cu < 3$	Muy uniforme
$3 < Cu < 15$	Heterogéneo
$15 < Cu$	Muy Heterogéneo

Coefficiente De Contracción (CC): Se expresa con la siguiente formula:

$$Cu = \frac{(D_{30})^2}{(D_{10} * D_{60})}$$

Si $1 < C_c < 3$ "Bien Graduado"

Tabla 20. *Periodos de Retorno para Diseño De obras de Drenaje en Carreteras de Bajo Volumen de Transito.*

Tipo de material tamaño de las partículas	Tamaño de las partículas
Grava	75 mm – 2 mm
Arena	2 mm – 0.2 mm
Arena gruesa:	0.2 mm – 0.05 mm
Arena fina:	0.05 mm – 0.005 mm
Limo Arcilla	Menor a 0.005 mm

Fuente: M.T.C.M.D.C.N.P.B.T

▪ **LIMITES DE CONSISTENCIA O DE ATTERBERG**

Por consistencia se entiende el grado de cohesión de las partículas de un suelo y su resistencia a aquellas fuerzas exteriores que tienden a deformar o destruir su estructura.

Los límites de consistencia de un suelo están representados por contenidos de agua. Los principales son.

LIMITE LÍQUIDO (L. L)

Es el límite entre el estado plástico y semi líquido, definido como el contenido de humedad, bajo el cual el suelo se comporta como un material que exhibe comportamiento plástico. El límite líquido nos da una idea de la resistencia al corte cuando tiene un determinado contenido de humedad. Cuando el suelo tiene un contenido de humedad igual o mayor al límite líquido, tendrá una resistencia al corte prácticamente nulo. Los materiales granulares (arena, limo) tienen límites líquidos bajos (25% a 35%) y las arcillas límites líquidos altos (mayores al 40%).

Al graficar en escala logarítmica, el número de golpes en las abscisas y a escala natural los contenidos de humedad en el eje de ordenadas, sobre la base de tres puntos obtenidos de cuatro ensayos sobre muestras de suelo a diferentes contenidos de humedad; el límite líquido se obtiene gráficamente, siendo el contenido de humedad correspondiente a 25 golpes.

Es posible también obtener el límite líquido haciendo uso de la ecuación propuesta por la BUREAU OF PUBLICS ROADS, de los Estados Unidos.

$$LL = \frac{W}{1.419 - 3 \log(s)} \dots\dots\dots (35)$$

Donde:

W: Contenido de H° de la muestra cuando se une a los “s” golpes.

S: Numero de golpes al cabo de los cuales se unen las mitades del suelo en la copa Casagrande.

LIMITE PLASTICO (L. P)

Es límite entre el estado plástico y semi sólido, definido como el contenido de humedad, bajo el cual el suelo exhibe un comportamiento no plástico, es decir la propiedad de deformarse sin llegar a romperse. Las arenas no tienen plasticidad, los limos la tienen, pero muy poca; en cambio las arcillas, y sobre todo aquellos ricos en materia coloidal, son muy plásticas. Cuando se esté construyendo la sub base, y si el contenido de humedad es igual o mayor al límite plástico, deberá evitarse de compactar.

INDICE DE PLASTICIDAD (IP)

Se define como el intervalo de contenido de humedad en el cual el suelo tiene comportamiento plástico, dado por la siguiente expresión.

$$LP = LL - LP \dots\dots\dots (36)$$

Un índice de plasticidad elevado indica mayor plasticidad. Cuando un material no tiene plasticidad, suelos finos, arena, por ejemplo, se considera el índice de plasticidad como cero.

Índice de plasticidad	Característica
IP>20	Suelos muy arcillosos
20>IP>10	Suelos arcillosos
10>IP>4	Suelos poco arcillosos
IP=0	Suelos exentos arcillosos

Fuente: Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

- **PROCTOR MODIFICADO** (para muestras de calicata y cantera).

-Determinación de la máxima densidad y humedad óptima

La humedad óptima es la humedad más adecuada para una buena compactación (cuya unidad de medida es la densidad seca), con esta humedad se obtiene una adecuada retracción y una disminución en la resistencia a la fricción entre partículas, a una humedad óptima le corresponde una densidad máxima. Los datos obtenidos a partir del ensayo, se grafica (Densidad Seca VS Humedad), del grafico se obtiene la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad. Para el estudio se ha utilizado el Método Dinámico denominado Standard Modificado o Proctor Modificado (Método AASHTO T-180).

Tenemos la expresión para cálculo de la densidad seca.

$$Densidad\ Seca = \frac{Wh}{V(100-W)} = \frac{D_{humeda} \cdot 100}{V(100-W)} \dots\dots\dots (37)$$

Dónde:

- Wh : Peso de la muestra húmeda
V : Volumen de la muestra sin secar
W : Contenido de humedad

Tabla 21. *Contenidos óptimos de H° y densidades secas.*

Tipo de suelo	Proctor Standard		Proctor Modificado	
	Wopt (%)	Ds máx.(gr/cm3)	Wopt (%)	Ds máx. (gr/cm3)
Grava arenosa bien graduada Cu=15	7	2.12	5-6	2.22
Arena gravilloso	10	1.98	7-9	2.08
Arena gruesa y media Cu=3	11	1.85	8-10	1.94
Arena Fina Cu=2	12	1.70	9-11	1.85
Limo arenoso	14	1.75	14	1.84

Fuente: Normas peruanas de diseño de carreteras.

▪ ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R)

El CBR es un ensayo que se encarga de caracterizar la capacidad soportante del suelo, es decir, mide la resistencia del suelo, al evaluar los potenciales esfuerzos a los que será sometido el suelo en estudio; sin embargo, no refleja el efecto de la aplicación de las cargas de tránsito. El CBR de un suelo se calcula por la formula siguiente.

$$CBR = \frac{\text{Carga unitaria en el suelo}}{\text{Carga unitaria de la muestra}} * 100$$

Para determinar el CBR de un suelo se realizan los siguientes ensayos:

- Determinación de la densidad máxima y humedad optima
- Determinación de propiedades de expansión del material
- Determinación de la resistencia a la penetración.

Para el diseño de obras Viales, el CBR que se utiliza es el valor que se obtiene para una penetración de 0.1" a 0.2", considerando el valor obtenido.

Tabla 22. Valores Correspondientes a las Muestras Patrón.

UNIDADES METRICAS		UNIDADES INGLESAS	
Penetración (mm)	Carga unitaria(kg/cm2)	Penetración (mm)	Carga Unitaria(kg/cm2)
2.54	70.31	0.10	1000
5.08	105.46	0.20	1500

Fuente: Carreteras, calles y Aeropuerto

Tabla 23. Clasificación Típica de CBR.

CBR (%)	CLASIFICACION
<3	Muy pobre
3-5	Pobre
6-10	Regular
11-19	Bueno
Mayor a 20	Excelente

Fuente: M.D.C.N.P.D.B.V.T

- **Ensayos de Desgaste por Abrasión. (Para muestras de Cantera)**

Para este ensayo utilizamos la Maquina de los De los Ángeles, este ensayo consiste en determinar el desgaste Por Abrasión del agregado grueso, previa selección del material a emplear por medio de un juego de tamices apropiados.

“La carga abrasiva consiste en esferas de acero, cada una de ellas debe tener un diámetro de 46.8 mm y pesar entre 390 y 445 gr. La carga abrasiva a colocarse dentro del tambor rotatorio dependerá de la granulometría a ensayarse”.

Tabla 24. *Carga Abrasiva, Maquina de los Ángeles.*

GRANULOMETRIA	N° DE ESFERAS	PESO DE LA CARGA (gr.)
A	12	5000±25

Fuente: Carreteras, calles y Aeropuertos.

Tabla 25. *Cantidad de las Muestras en gramo.*

TAMICES				GRANULOMETRIA
PASA		RETENIDO EN		A
Mm	Pulg.	Mm	Pulg.	
37.5	1 ½	25.0	1	1250±25
25.0	1	19.0	¾	1250±25
19.0	¾	12.5	½	1250±25
12.5	½	9.5	3/8	1250±25
9.5	3/8	6.3	¼	5000±10

Fuente: Carreteras, calles y Aeropuertos.

Tabla 26. *Porcentajes de Desgaste Para Evaluar los Resultados del Ensayo de Desgaste o Abrasión.*

D%	Tipo De ensayo	Utilidad
30	A.A.S.H.O.T - 96	Para todo uso
50	A.A.S.H.O.T - 96	Para capa de base
60	A.A.S.H.O.T - 96	Para capa de sub base
Mayor de 60	A.A.S.H.O.T - 96	No sirve el material

Fuente: Carreteras, calles y Aeropuertos

▪ **SISTEMA DE CLASIFICACION DE LOS SUELOS DE LA AASTHO (American Association of State Highway Officials.)**

Se distingue entre 7 grupos básicos: El mejor suelo para sub rasante de carreteras viene clasificado como A - 1, le sigue en calidad el A – 2, siendo el A – 7 de peor calidad. Los siete grupos básicos se han dividido en sub grupos con un Índice de Grupo (IG), (A-1a, A-1b, A-2a, A-2-5, A-2-6, A-2-7, A-7-5 y A-7-8) basándose en la composición granulométrica, El limite Liquido y el Índice de Plasticidad de un suelo.

El IG el cual nos da a conocer la calidad del suelo se lo obtiene mediante el uso de una fórmula.

$$IG=0.2a+0.005ac+0.01bd$$

a = Porción de porcentaje que pasa el tamiz N° 200 mayor del 35% expresada como número entero positivo (1 a 40).

b = Porción de porcentaje que pasa el tamiz N° 200 mayor del 15% expresada como número entero positivo (1 a 40).

c = Porción numérica del límite líquido mayor de 40 y que no exceda de 30 número entero (1 a 20)

d = Porción numérica del IP mayor de 10% y que no exceda de 30 % número entero (1 a 20).

Tabla 27. *Clasificación de Suelos Según el Índice de Grupo.*

CLASIFICACION	INDICE DE GRUPO
Suelos granulares	0 a 4
Suelos Limosos	8 a 12
Suelos Arcillosos	13 a 20

2.5.3 MARCO CONCEPTUAL: TERMINOLOGIA BASICA.

Según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones - Perú, a través del manual para el diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, se ha extraído algunos conceptos básicos con lo que respecta el diseño de carreteras.

Afirmado. Capa de material selecto procesado o semi procesado de acuerdo al diseño que se coloca sobre la sub rasante de una carretera, funciona como capa de rodadura y de soporte de tráfico en carreteras no pavimentadas.

✓ **Berma.** Franja longitudinal, pavimentada o no, comprendida entre el borde exterior de la calzada y la cuneta o talud.

✓ **Bombeo.** Pendiente transversal de la plataforma en tramos en tangente.

✓ **BM.** Es un punto topográfico de elevación fija que sirve de control para la construcción de carreteras de acuerdo a los niveles de proyecto. Generalmente está constituido por un hito o monumento.

✓ **Calzada.** Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos. Se compone de un cierto número de carriles.

✓ **Camino.** Vía terrestre para el tránsito de vehículos motorizados, peatonales y animales, con excepción de vías férreas.

✓ **Carretera.** Camino para el tránsito de vehículos motorizados, de por lo menos dos ejes con características geométricas definidas de acuerdo a las normas técnicas vigentes en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

✓ **Carretera no Pavimentada.** Carretera cuya superficie de rodadura está conformada por gravas o Afirmado, suelos estabilizados o terreno natural.

✓ **Carril.** Franja longitudinal en que está dividida la calzada, delimitada o no por marcas viales longitudinales, y con ancho suficiente para la circulación de una fila de vehículos.

✓ **Corona.** Superficie de la carretera terminada comprendida entre los bordes exteriores de las bermas.

- ✓ **Curva Vertical.** Curva en elevación que enlaza dos rasantes con diferente pendiente.
- ✓ **Derecho de Vía.** Faja de ancho variable dentro de la cual se encuentra comprendida la carretera y todas sus obras accesorias.
- ✓ **Despeje Lateral.** Explanación necesaria para conseguir una determinada distancia de visibilidad.
- ✓ **Distancia de Adelantamiento.** Distancia necesaria para que, en condiciones de seguridad, un vehículo pueda adelantar a otro que circula a menor velocidad, en presencia de un tercero que circula en sentido opuesto.
- ✓ **Distancia de Cruce.** Es la longitud de carretera que debe ser vista por el conductor de un vehículo que pretende atravesar dicha carretera (vía preferencial).
- ✓ **Distancia de Parada.** Distancia total recorrida por un vehículo obligado a detenerse tan rápidamente como le sea posible, medida desde su situación en el momento de aparecer el objeto u obstáculo que motiva la detención.
- ✓ **Diseño Geométrico.** Es el estudio geométrico de una carretera tomando como base el tráfico que soporta; el alineamiento de su eje, un conjunto de características técnicas y de seguridad que debe reunir para el tránsito vehicular y peatonal formando parte de una gestión inteligente.
- ✓ **Drenaje.** Conjunto de obras que tienen como fin evacuar las aguas superficiales y subterráneas que afectan a una vía.
- ✓ **Eje.** Línea que define el trazado en planta o perfil de una carretera, y que se refiere a un punto determinado de su sección transversal.
- ✓ **Escorrentía.** Agua de lluvia que discurre por la superficie del terreno.

- ✓ **Explicación.** Zona de terreno realmente ocupada por la carretera, en la que se ha modificado el terreno original.
- ✓ **Hidrología.** Ciencia que trata de las propiedades mecánicas, físicas y químicas de las aguas en general.
- ✓ **Guardavías.** Sistema de contención de vehículos empleado en los márgenes y separadores de las carreteras.
- ✓ **Índice Medio Diario (IMD).** Número promedio de vehículos medido en un período de 24 horas, del total de vehículos que pasan por una sección determinada de vía.
- ✓ **Índice Medio Diario Anual (IMDA).** El volumen de tránsito promedio ocurrido en un período de 24 horas promedio del año.
- ✓ **Impacto Ambiental.** Es la alteración o modificación del medio ambiente ocasionado por la acción del hombre o de la naturaleza que incluye los impactos socio ambiental.
- ✓ **Línea de Gradiente.** Es una línea quebrada que tiene una determinada pendiente y sirve para ubicar la posible poligonal que servirá de base para el estudio definitivo.
- ✓ **Pendiente.** Inclinação de una rasante en el sentido de avance.
- ✓ **Peralte.** Inclinação transversal de la plataforma en los tramos en curva.
- ✓ **Plataforma.** Ancho total de la carretera a nivel de subrasante.
- ✓ **Ramal.** Vía que une las calzadas que confluyen en una intersección para solucionar los distintos movimientos de los vehículos.
- ✓ **Rasante.** Línea que une las cotas de una carretera terminada.
- ✓ **Sección Transversal.** Corte ideal de la carretera por un plano vertical y normal a la proyección horizontal del eje, en un punto cualquiera del mismo.

- ✓ **Señalización Vial.** Conjunto de elementos ubicados a lo largo de la carretera con el fin de brindar información gráfica para la orientación de seguridad de los usuarios.
- ✓ **Subrasante.** Superficie del camino sobre la que se construirá la estructura del Afirmado.
- ✓ **Trocha Carrozable.** Camino por donde circulan vehículos automotores contruidos con un mínimo movimiento de tierras, con una sección transversal que permite el paso de un solo vehículo.
- ✓ **Terraplén.** Parte de la **explanación** situada sobre el terreno original.
- ✓ **Tramo.** Con carácter **genérico**, cualquier porción de una carretera, comprendida entre dos secciones transversales cualesquiera. Con carácter específico, cada una de las partes en que se divide un itinerario, a efectos de redacción de proyectos.
- ✓ **Tránsito.** Todo tipo de vehículos y sus respectivas cargas, considerados aisladamente o en conjunto, mientras utilizan cualquier camino para transporte o para viaje.
- ✓ **Velocidad Directriz o de Diseño.** Es la máxima velocidad que puede mantener con seguridad sobre una sección determinada de vía. Cuando las circunstancias sean favorables para que prevalezcan las condiciones de diseño.
- ✓ **Vía.** Carretera, vía urbana o camino rural abierto a la circulación públicas de vehículos y o peatonales.
- ✓ **Vía Urbana.** Cualquiera de las que componen la red interior de comunicaciones de una población, siempre que no formen parte de una red arterial.

2.5.4 MARCO HISTÓRICO.

El historial del siguiente proyecto de tesis se ha desarrollado de acuerdo a los lineamientos de las normas peruanas para diseño de carreteras para la elaboración del diseño del Afirmado de una carretera, drenaje, señalización, estudio de Impacto

Ambiental; con el fin de entender el comportamiento y funcionamiento de dicha obra de ingeniería.

El diseño geométrico de carreteras es la parte más importante del estudio para materializar la construcción de cualquier vía o carretera, no importa su magnitud ya que nos dará una idea concreta de lo que será nuestra carretera. Se debe tomar muy en cuenta el tipo de topografía del terreno porque de esta se determinará su funcionalidad, su costo, su seguridad y otros aspectos importantes de ella; y aunque el diseño geométrico de la carretera sea de gran importancia, el proyecto no se basa en cómo diseñar la carretera, se basa en el diseño del Afirmado utilizando el Método NAASRA, el cual se necesitará datos de los estudios de mecánica de Suelos, el índice de Tráfico, IMD para su elaboración.

Se ha optado utilizar este método ya que se ha verificado que los diseños de Afirmado s flexibles con el NAASRA son más rentables por ser caminos de bajo volumen de tránsito y si se optaría por utilizar métodos convencionales como el Método AASHTO no sería económico ya que estos utilizan otras capas de material granular (base, sub base) para luego colocar la base de Afirmado (paquete estructural) y no justificaría la cantidad de material en el tramo del proyecto.

2.6 HIPÓTESIS A DEMOSTRAR

Mediante el estudio definitivo del camino vecinal Calzada Faustino Maldonado mejorará la salubridad de las localidades en estudio y aledañas, consiguiendo buena funcionabilidad y adecuada transitabilidad vehicular, de esta manera se conseguirá elevar la economía de los pobladores y la facilidad de transportar los productos.

III MATERIALES Y METODOS

3.1 MATERIALES

3.1.1 RECURSOS HUMANOS

Estudio Topográfico

01 Topógrafo (Tesista), 01 Auxiliar Libretista, 02 Ayudantes Porta Miras, 02 Ayudantes Wincheros, 02 Ayudantes Porta Jalones.

Estudio Catastral: 01 Director - Supervisor (Tesista), 03 Ayudantes Encuestadores, 02 Ayudantes Wincheros, 01 Auxiliares de computo (vaciado, ordenamiento y selección de la información obtenida).

Estudio de Suelos: 01 Director - Supervisor (Tesista), 01 Técnico de Laboratorio (Tesista), 02 Ayudantes (Excavación).

Los demás estudios especiales preliminares (Hidrográfico, Geológico, Impacto Ambiental, Peligro, Vulnerabilidad y Riesgos) y diseños fueron realizados por el Tesista.

3.1.2 RECURSOS MATERIALES

- ✓ Carta Nacional A Escala 1:100,000
- ✓ Mapa Vial Del Departamento De San Martín.

Estudio Topográfico: 01 Nivel Topográfico, 01 Teodolito, 01 estación total, 01 Mira de Aluminio, 02 Jalones Metálicos, 01 Brújula, 01 Wincha de 50 m, 01 Wincha de 5 m.

Estudio Catastral: 01 Teodolito, 01 Mira de Aluminio, 02 Winchas de 5 m, 02 Winchas de 50 m, 500 Fichas Catastrales. 03Jalones Metálicos, 01 Brújula.

Estudio de Suelos: Muestras de suelos, Instrumentos de Laboratorio.

- ✓ Análisis granulométrico por tamizado (NTP 400. 012).
- ✓ Material pasante la malla N° 200 (NTP 339. 132).

- ✓ Límites de consistencia (límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad) (NTP 339. 129).
- ✓ Clasificación SUCS (NTP 339. 134).
- ✓ Clasificación AASHTO (NTP 339. 135).
- ✓ Contenido de humedad (NTP 339. 127).
- ✓ Proctor modificado (NTP 339. 141).
- ✓ California Bearing Ratio (CBR) (NTP 339. 145).

3.1.3 RECURSOS DE EQUIPOS

Para estos ensayos se han utilizado los equipos siguientes:

- ❖ Estufa electrónica MEMMERT de 30 a 225 °C

Es el equipo que sirve para el secado de muestras de suelos. Se utilizará la estufa electrónica para poder obtener los límites de consistencia.

- ❖ Balanza electrónica de 300 gr, 600 gr, 3 kg, 6kg y 12kg.

Se utiliza este equipo para el pesado de muestras de suelo.

- ❖ Equipo de Copa de Casagrande.

❖ El equipo de Copa de Casagrande se utiliza para la determinación del Límite Líquido y el Límite Plástico y junto con los Ranuradores AASHTO, Plástico, y la placa de virio se determina dichos límites.

- ❖ Juego de tamices desde 2" hasta la malla N° 200.

Los juegos de tamices sirven para la determinación de la granulometría de suelos.

- ❖ Balanza hidrostática de 6000 gr.

Se utiliza para determinar los pesos específicos en las muestras de los suelos.

- ❖ Equipo completo de compactación:

Se utilizan para la determinación de la Máxima Densidad Seca y el Óptimo Contenido de Humedad.

- ✓ Molde de 6".
- ✓ Pisón de 18 Pulg.
- ✓ Malla 3/4 y N° 4.

❖ Equipo completo de CBR:

Sirve para la determinación de los parámetros de resistencia de suelos de 1 pulgada y 2 pulgadas, siendo el equipo completo los siguientes:

- ✓ Molde 6".
- ✓ Disco espaciador.
- ✓ Pisón de 18 pullg.
- ✓ Marco de carga CBR.
- ✓ Papel filtro.
- ✓ Trípode de aumento de volumen.
- ✓ Para sostener el molde.
- ✓ Dial de expansión.

3.1.4 OTROS RECURSOS

- ✓ Material Bibliográfico.
- ✓ Cámara Fotográfica Canon.
- ✓ Material De Escritorio.
- ✓ Software De Cómputo: Microsoft Office Y Autocad.
- ✓ Internet (Buscadores De La Web).
- ✓ Hardware: Computadora Portátil Intel Core I5.
- ✓ Impresora Canon Pixma 220 Series.
- ✓ Ploter Hp 100 Series.

3.2 METODOLOGIA.

3.2.1 UNIVERSO, MUESTRA POBLACION

3.2.1.1 Universo

El estudio realizado, basado en el manual Manual de Diseño de Bajo Volumen de Tránsito del Ministerio de Transportes, el cual nos delimita que nuestro universo, está conformado para el diseño estructural del Afirmado con el método NAARSRA.

3.2.1.2 Muestra

La muestra lo constituye el método NAASRA, pero para una mayor seguridad se aplicará los Métodos AASHTO y el Instituto del Asfalto que sólo se compararon para ver la diferencia y notar el beneficio del método del proyecto por ser un camino de bajo volumen de tránsito.

3.2.1.3 Población

La población tiene que ver con el tamaño del universo, y como este es la aplicación del Método NAASRA en el camino vecinal, entonces la población será del método estudiado en el diseño del Afirmado para este tipo de camino de bajo volumen de tránsito.

3.2.2 SISTEMA DE VARIABLES.

3.2.2.1 Variable Independiente.

El estudio definitivo del camino vecinal tramo Calzada km=0+000 hasta la localidad de Faustino Maldonado km =09+115 a nivel de Afirmado, El Método de diseño NAASRA para Afirmado será el de mayor performance en el mejoramiento del camino, ya que su utilización se da en caminos de bajo volumen de tránsito.

3.2.2.2 Variable Dependiente.

Mejorar el transporte de la población y la operación y mantenimiento del camino vecinal.

Mejorar la economía de los pobladores reduciendo los costos de transporte y garantizando la venta en los mercados a un precio económico.

3.2.3 DISEÑO EXPERIMENTAL DE LA INVESTIGACIÓN.

3.2.2.1 TRAZO Y DISEÑO VIAL.

En general, el trazo de la carretera se ha ejecutado tratando de aprovechar al máximo la plataforma existente, evitando por tanto introducir mejoras que signifiquen movimientos de tierra excesivos o impliquen la construcción de obras de arte o estructuras costosas.

Criterio General de Aplicación.

Tomando en cuenta que la carretera forma parte del Sistema Departamental, así como el volumen de tránsito que soporta, su composición, distribución horaria y las características geométricas que actualmente presenta; el Tesista, siguiendo las recomendaciones expresadas en El Manual para el Diseño de Caminos No Pavimentados de Bajo Volumen de Transito, ha elegido los parámetros de diseño que más adelante se detallan.

Excepciones Consentidas.

Los parámetros de diseño definidos podrán sufrir variaciones en aquellos casos en los que su aplicación implique la ejecución de obras cuyo costo incremente el presupuesto total del proyecto.

Consideración Especial.

En general el diseño geométrico procurara adaptarse a las condiciones naturales del terreno, evitando los movimientos de tierras excesivas o la construcción de obras de arte o estructuras costosas.

3.2.2.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Las características de la carretera en estudio, según las El Manual para el Diseño de Caminos No Pavimentados de Bajo Volumen de Transito; son los siguientes:

Velocidad Directriz	30 Km. / h.
Clasificación Según el Servicio	Tercera Clase (T3)
Clasificación Según la jurisdicción Radio	Sistema Departamental
Mínimo Bombeo	25 m.
Pendiente Máxima	2.5 %
Pendiente Mínima Peralte Máximo	8.0%
Ancho de superficie de rodadura Bermas	0.50 %
Cunetas laterales	10.0 %
Talud de cortes Talud de Relleno	6.0 m.

3.2.2.3 TRAZO, NIVELACIÓN Y SECCIONES TRANSVERSALES

3.2.2.3.1 ALINEAMIENTO HORIZONTAL.

Para materializar trazo del eje de vía, se ha tomado como base el camino vecinal Calzada Km 0+ 000 hasta Faustino Maldonado Km 9+115, evitando realizar movimientos de tierra excesivos o invadir los terrenos de cultivo. El eje ha sido estacado cada 20 m en las zonas en tangente, en las curvas horizontales cada 10 m, en curvas de volteo cada 5 m y a distancias menores cuando las inflexiones del terreno o la ubicación de obras de arte así lo requieren.

A efectos de referenciar las progresivas en el terreno se ha utilizado estacas, pintándolas con pintura esmalte la escritura de la progresiva de color rojo.

Los primeros 3 P.I. Han sido monumentados mediante estacas de fierro para el posterior replanteo según el cuadro de elementos de curva que presentará el estudio, las que han sido convenientemente empotradas en el terreno y pintadas de color rojo en la parte superior. Las restantes han sido estacadas y pintadas de rojo la parte superior.

Los planos de planta se dibujaron a escala de 1:2,000 siguiendo las instrucciones contenidas en las Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras y El Manual para el Diseño de Caminos No Pavimentados de Bajo Volumen de Transito, en el referido plano se muestra, igualmente, el Cuadro de Elementos de Curva, con los datos del radio, tangente, longitud de curva, externa, kilometrajes de los P.I, P.C. y P.T., coordenadas etc.

3.2.2.3.2 CURVAS HORIZONTALES.

Radios Mínimos Normales.

Durante el trazo del eje se han replanteado aproximadamente 36 curvas horizontales. Las curvas horizontales se han diseñado con radios de acuerdo a las características geométricas anteriormente mencionadas.

Peralte.

Durante la fase de gabinete se determinaron los peraltes de todas las curvas, en función al radio y a la velocidad directriz del diseño; pero por tratarse de un tramo con topografía moderada, IMDA inferior a 200 veh/día y velocidad directriz igual a 30 km/h y

según el MDCNPBVT, se optó por uniformizar el peralte a 2.5%, para la totalidad de las curvas.

Banquetas de Visibilidad.

Dada la naturaleza del camino, así como la velocidad directriz elegida, no se juzga necesario el diseño de banquetas de visibilidad; pero se acompañan los cálculos, por cuestiones estrictamente académicas y que deben aplicarse a proyectos en la que sea indispensable su aplicación.

Comprobación de Visibilidad en una Curva Horizontal.

A continuación, se hace una ilustración de la forma de calcular una banqueta de visibilidad, para ser aplicado en cualquier otro proyecto donde la topografía del terreno lo permita, en el tramo en estudio tenemos taludes de corte relativamente pequeños

3.2.2.3.3 SECCIONES TRANSVERSALES.

Calzada.

La sección de la carretera departamental, en la última parte de su recorrido (15%), por las características topográficas han sido construidas a nivel del terreno natural; actualmente presentan un ancho promedio de 4.00 m. En el resto de la vía solo existe camino de herradura, el cual debe aperturarse en su totalidad.

Durante la ejecución del estudio de suelos se analizará la granulometría del terreno de fundación, CBR y demás constantes físicas, a fin de determinar la posibilidad de mejorar sus propiedades físicas y capacidad portante mediante la adición de material de canteras que reúnan condiciones, tanto técnicas como de capacidad en volúmenes.

Taludes.

Los taludes de corte de los caminos varían según la naturaleza del material; así se pueden observar los siguientes taludes:

Material suelto	3:1
Roca suelta	4:1
Roca fija	10:1

Los taludes de relleno varían entre 1:1.5 y 1:1, según se trate de rellenos con tierra suelta.

Detalles de Ejecución de la Sección Transversal.

Para efectos del ensanchamiento de la calzada, se ha tomado en cuenta las recomendaciones contenidas en El Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2001).

El Manual para el Diseño de Caminos No Pavimentados de Bajo Volumen de Transito en los aspectos referentes a: (i) la explanación; (ii) la formación y protección de taludes; (iii) los muros de contención; (iv) la instalación de señalización vertical.

3.2.2.3.4 TRAZADO DEL PERFIL LONGITUDINAL.

Perfil Longitudinal Existente y Propuesto.

En terreno ondulado la rasante sigue las inflexiones del terreno.

El perfil longitudinal del estudio, corresponde al perfil del eje de simetría de la sección transversal de la plataforma, su levantamiento se realizó mediante la nivelación de todas las estacas del eje, aplicando el método de la nivelación directa, ubicando BMs. de control y BMs. auxiliares cuando se requieren (zona de obras de arte).

DRENAJE.

El drenaje se efectuará por medio de cunetas laterales, construidas a lo largo de todo el camino, en los lugares donde se requiere se revestirá la cuneta con una mezcla de concreto $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$ y un emboquillado o albañilería de piedra.

3.2.4 DISEÑO DE INSTRUMENTOS

Se utilizarán los instrumentos que nos servirán para esta investigación que a continuación se detallan:

3.2.4.1 Trabajos de Campo

Topografía: Después del Reconocimiento del Terreno; Se realizó el levantamiento topográfico de la zona en estudio con estación total y nivel de ingeniero para el trazo del eje de carretera, mediante el trazo de una poligonal principal de apoyo cerrada en

la calle principal y poligonales secundarias abiertas, las mismas que fueron niveladas con precisión.

Se tomaron 32 estaciones principales y 123 puntos auxiliares; a partir de cada estación se han visado los puntos de enlaces (un total de 135 puntos) tomando las cotas de todas las intersecciones, puntos de cambio de pendiente y todos los puntos que nos permitan construir curvas de nivel con equidistancias de 1 m. en terrenos con pendientes mayores a 5% y a cada 0.50 m. en pendientes menores al 5%.

Utilizando un croquis se han tomado las dimensiones de cada uno de los elementos del proyecto, para su posterior dibujo en los planos topográficos.

Estudio de suelos: se realizaron la excavación de calicatas a 1.5 metros de profundidad, en donde se proyectará todo el trazo del tramo de carretera.

3.2.4.2 Trabajos de Gabinete

Topografía: Los datos tomados en el campo utilizando los equipos topográficos se han procesado y luego de una minuciosa revisión se obtiene las cotas de cada uno de los puntos.

Se dibujaron los planos con los datos topográficos y croquis se han utilizado el programa AUTOCAD 2015.

Estudio de suelos: se realizaron los ensayos en el laboratorio de la F.I.C.A, realizando los estudios principales según exigencia del reglamento y la norma técnica de carreteras.

Fuentes Técnicas e Instrumentos de Selección de Datos

Se contará con las siguientes fuentes e instrumentos de selección de datos:

- ✓ Asesoramiento Profesional especializado.
- ✓ Información de textos.
- ✓ Circuitos viales.
- ✓ Expediente técnico Mejoramiento del Camino Vecinal.

De lo Relacionado a las Técnicas Estadísticas

Se plantea una investigación del tipo Descriptiva- Aplicativa

a) Diseño Descriptivo - Aplicativo:

Se efectúa cuando se desea describir, en todos sus componentes principales, una realidad.

No hay manipulación de variables, estas se observan y se describen tal como se presentan en su ambiente natural. Su metodología es fundamentalmente descriptiva, aunque puede valerse de algunos elementos cuantitativos y cualitativos.

Recolección de datos:

En el informe de la investigación se señalan los datos obtenidos y la naturaleza exacta de la población de donde fueron extraídos. La población a veces llamada universo o agregado constituye siempre una totalidad. Las unidades que la integran pueden ser individuos, hechos o elementos de otra índole. Una vez identificada la población con la que se trabajará, entonces se decide si se recogerán datos de la población total o de una muestra representativa de ella. El método elegido dependerá de la naturaleza del problema y de la finalidad para la que se desee utilizar los datos.

Población total:

Muchas veces no es difícil obtener información acerca de todas las unidades que componen una población reducida, pero los resultados no pueden aplicarse a ningún otro grupo que no sea el estudiado.

Muestra de la población:

Cuando se trata de una población excesivamente amplia se recoge la información a partir de unas pocas unidades cuidadosamente seleccionadas, ya que, si se aborda cada grupo, los datos perderían vigencia antes de concluir el estudio. Si los elementos de la muestra representan las características de la población, las generalizaciones basadas en los datos obtenidos pueden aplicarse a todo el grupo.

b) Diseño Experimental:

El **diseño experimental** es una técnica estadística que permite identificar y cuantificar las causas de un efecto dentro de un estudio experimental. En un diseño experimental

se manipulan deliberadamente una o más variables, vinculadas a las causas, para medir el efecto que tienen en otra variable de interés. El diseño experimental prescribe una serie de pautas relativas qué variables hay que manipular, de qué manera, cuántas veces hay que repetir el experimento y en qué orden para poder establecer con un grado de confianza predefinido la necesidad de una presunta relación de causa-efecto.

3.2.5 PROCESAMIENTO DE INFORMACION

Trabajos de Campo- Estudio catastral

Se realizaron las visitas domiciliarias en las localidades de CALZADA Y FAUSTINO MALDONADO para realizar las encuestas, solicitando la información deseada, trabajo efectuado con mucha responsabilidad y para lo cual se tuvo que trabajar mostrando los siguientes aspectos: Educación, responsabilidad, personalidad, respeto, honradez, dialogando con cada uno de los responsables de familia.

Se procedió a la obtención de los datos requeridos llenando las fichas catastrales elaboradas, posteriormente a la medición de los predios y dibujo del croquis correspondiente a mano alzada con todas las medidas posibles.

Trabajos de Gabinete

Se anotaron los datos de las fichas catastrales en una base de datos en el programa Microsoft Excel, detallando y separando la información obtenida para los distintos fines requeridos.

Se dibujaron los predios teniendo como referencia los bosquejos obtenidos en el campo a mano alzada realizando los ajustes necesarios, empalmando los lotes en una escala conveniente dando forma al plano general de la localidad totalmente lotizado.

Geología y Estudio de Suelos

Trabajo de Campo

Excavación manual utilizando lampa, pico y excavadora, de 9 hoyos de investigación, cuya localización y profundidad se indica:

Cuadro 1. *Ubicación de las Calicatas.*

CALICATA MUESTRA	ELEMENTO DEL SISTEMA	PROFUNDIDAD
C-01	KM 0 + 000	1.5m
C-02	KM 1 + 000	1.5m
C-03	KM 3 + 000	1.5m
C-04	KM 4 + 000	1.5m
C-05	KM 5 + 000	1.5m
C-06	KM 6 + 000	1.5 M
C-7	KM -07 + 000	1.5 M
C-8	KM 08 + 000	1.5 M
C-9	KM 09 + 115	1.5 M

Fuente: Elaboración Propia

Para el presente estudio, fue necesario realizar los trabajos que se detallan a continuación.

Ensayos Realizados

Análisis Granulométrico, Contenido de Humedad, Límites de Consistencia, Clasificación de Suelos, Compactación, CBR.

3.2.5.1 ENSAYOS PRELIMINARES

Antes de poder realizar el diseño del Afirmado mediante el Método NAASRA, se procedió a realizar el cálculo del EXEDENTE PRODUCTOR, para determinar el IMD, de esta manera poder sacar un promedio aritmético de la producción, la fecha que se ha hecho el estudio fue en diciembre del 2015 de 07.00am hrs al 8.00am hrs y de 17.00pm hrs a 18.00 pm hrs, se tomó estas horas ya que son horarios donde la población está presente en sus casas y poder realizar las preguntas sobre producción.

Una vez obtenida el resultado de tráfico se inició el estudio de la mecánica de suelos, iniciando de esta manera las excavaciones de calicatas a un costado de todo el tramo del camino vecinal CALZAD FAUSTINO MALDONADO a cada 1000 metros y con una profundidad de 1.5 metros aproximadamente.

Se extrajo las muestras para hacer un estudio en el laboratorio de Mecánica de Suelos y de esta manera obtener los resultados y de acuerdo a esto poder conseguir la clasificación de los suelos que tiene el tramo del proyecto.

De la clasificación de los suelos se podrá extraer el CBR de diseño del proyecto, porque para hacer el diseño del Afirmado en primera instancia se tendrá en cuenta el valor soporte CBR y el Índice de tráfico.

Al terminar de diseñar con el método NAASRA, se ha procedido en diseñar con otro método AASHTO para determinar el espesor del afirmado; el cual se ha diseñado con los mismos resultados de campo (mecánica de suelos, estudios de tráfico, y otros conceptos que determinan el espesor de la base o Afirmado).

3.2.5.2 DISEÑO DEL AFIRMADO.

Para comenzar a hacer el diseño del afirmado, primero se tendrá que ver qué tipo de camino según especifica el Diseño Geométrico de Carreteras y de esta manera tener el periodo de diseño para el afirmado de (10 años).

Con todos estos datos (análisis de tráfico, CBR de diseño, Periodo de Diseño y otros se realizará el cálculo de Ejes Equivalentes que será útil para introducir en la fórmula del diseño de afirmado según la ecuación del Método NAASRA.

Al calcular en la ecuación del método NAASRA, se obtendrá el espesor del Afirmado base ($e = 150$ mm), previa limpieza y corte de la subrasante para eliminar el suelo orgánico e impurezas que sería perjudicial para el proyecto.

Hemos diseñado en este proyecto un camino de bajo volumen de tránsito, ya que el IMDA es menor a 400 vehículos por día, catalogándose como un camino de tercera clase según el ministerio de transportes.

3.2.5.3 DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO DE LOS RESULTADOS PARA LA OBTENCIÓN DEL ESPESOR EN EL DISEÑO DEL AFIRMADO.

3.2.5.3.1 RESULTADOS DEL ESTUDIO DE TRÁFICO.

El estudio de tráfico tiene por objetivo directo determinar el Índice Medio Diario (IMD) que circula por la vía y el número de Ejes de Carga Equivalentes (EAL) que soportará la vía dentro de su periodo de vida.

En el caso del IMD de la vía, su determinación permite clasificar el camino, para el diseño geométrico del mismo, así como conocer cuál será el costo por kilómetro para la ejecución del proyecto, que justifica la rentabilidad económica del proyecto.

El estudio de tráfico vehicular tiene por objeto, cuantificar, clasificar y conocer el volumen de los vehículos que se movilizan por la carretera CALZADA FAUSTINO MALDONADO.

La Carretera en estudio, por tratarse de una vía a abrirse, y no contando con tráfico actual; se optó por realizar un estudio de Población y analizar la Producción de la Zona y aplicando la Metodología del EXCEDENTE DEL PRODUCTOR, se determinó el IMDA, proyectado para un periodo de diseño de 10 años, tal como especifica el Diseño Geométrico de Carreteras.

Tabla 28. *Periodos de Diseño Según Tipo de Carretera.*

Tipo de Carretera	Período de Diseño
Autopista Regional	20 – 40 años
Troncales suburbanas	15 – 30 años
Troncales Rurales	
Colectoras Suburbanas	10 – 20 años
Colectoras Rurales	

Fuente: Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales, SIECA 2001

A continuación, detallamos los cuadros en la que se procesó los datos obtenidos en campo; obteniendo como resultado el IMDA.

CALCULO DEL IMDA – SEGÚN EXCEDENTE PRODUCTOR

Cuadro 2. *Proyección del Crecimiento Poblacional de la Comunidad Calzada y Faustino Maldonado.*

POBLACION BENEFICIARIA DEL PROYECTO			Tasa de crecimi ento	PROYECCION DE LA POBLACION											
Prov.	Distr.	Loc.		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
San Martin	Calzada	Faustino Maldonado	0.94%	310	313	316	319	322	325	328	331	334	337	340	344
			0.94%	200	202	204	206	208	210	212	214	216	218	220	222
Total				510	515	520	525	529	534	539	545	550	555	560	565

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 3. *Hectáreas de Producción del Área de Influencia*

PRODUCTO	LOCALIDADES	Has	%
	CALZADA FAUSTINO MALDONADO		
*Arroz	20.00	20.00	3%
*Yuca	130.00	130.00	20%
**Cacao	160.00	160.00	25%
**Plátano	140.00	140.00	22%
*Maíz	150.00	150.00	23%
**Café	50.00	50.00	8%
TOTAL	650.00	650.00	100%

* Cultivos

Transitorios

** Cultivos

Permanentes

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 4. *Producción Destinada al Autoconsumo y Semillas*

TABLA DE CONSUMO PERCAPITA		
PRODUCTO	Kg / Año	Gr / día
*Arroz	156.350	428.36
*Yuca	20.325	55.69
**Cacao	40.500	55.34
**Plátano	59.413	162.77
*Maíz	4.169	11.42
**Café	0.365	1.00

Fuente: Elaboración Propia

CONSUMO DE SEMILLA POR HA.	
PRODUCTO	Kg / Ha
*Arroz	30.0
*Yuca	15.0
**Cacao	4.0
**Plátano	3.0
*Maíz	30.0
**Café	3.0

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 5. *Calculo de la Demanda Vehicular de Carga Descripción Producción. Total, Consumo Semilla Prod. – Mercado.*

CULTIVOS	Ha	Producción Tm.	Semilla Tm.	Autoconsumo Tm.	Excedente
					Exportable
*Arroz	20	153	0.6	80.5	72
*Yuca	130	674	2.0	10.5	661
**Cacao	160	364	0.6	20.8	342
**Plátano	140	1,233	0.4	30.6	1,202
*Maíz	150	477	4.5	2.1	471
**Café	50	175	0.2	0.2	175
TOTAL	650	3,076	8	145	2,923

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 6. Volumen de Producción de los Principales Productos Agrícolas - Con Proyecto.

PRODUCTO	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
*Arroz	305	339	343	346	349	353	356	360	363	367	370
*Yuca	1,347	1,496	1,511	1,526	1,541	1,556	1,571	1,586	1,602	1,618	1,633
**Cacao	364	404	408	412	416	420	424	428	432	437	441
**Plátano	1,233	1,370	1,383	1,397	1,410	1,424	1,438	1,452	1,466	1,481	1,495
*Maíz	955	1,060	1,071	1,081	1,092	1,102	1,113	1,124	1,135	1,146	1,157
**Café	175	195	197	199	201	203	205	207	209	211	213

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 7. Proyección de la Producción Destinada al Consumo – Ton

PRODUCTO	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
*Arroz	81	82	83	83	84	85	86	87	88	89	89
*Yuca	12	13	13	13	13	13	13	13	13	14	14
**Cacao	21	22	22	22	22	23	23	23	23	23	24
**Plátano	31	31	32	32	32	33	33	33	34	34	34
*Maíz	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
**Café	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Cuadro 8. Excedente Exportable de Productos Agrícolas – Con Proyecto

PRODUCTO	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
*Arroz	224	257	260	262	265	268	270	273	276	278	281
*Yuca	1,335	1,484	1,498	1,513	1,528	1,543	1,558	1,573	1,589	1,604	1,620
**Cacao	342	382	386	390	394	397	401	405	409	413	417
**Plátano	1,202	1,339	1,352	1,365	1,378	1,392	1,405	1,419	1,433	1,447	1,461
*Maíz	948	1,054	1,064	1,074	1,085	1,095	1,106	1,117	1,128	1,139	1,150
**Café	175	195	196	198	200	202	204	206	208	210	212

CONSIDERACIONES PARA GENERACIÓN DEL IMDA

POBLACION EN EL AÑO DE INICIO:

510 HAB

VOLUMEN DE LA PRODUCCION AGRICOLA EN EL AÑO INICIO: 4,227 TON
 DIAS AL AÑO : 365

AUTOMOVIL

NUMERO DE PASAJEROS POR VEHICULO: 4
 PORCENTAJE DE LA POBLACION QUE VIAJARA AL AÑO EN AUTOMOVILES : 30%
 NUMERO DE VIAJES AL AÑO : 8

CAMIONETA

NUMERO DE PASAJEROS POR VEHICULO: 15
 PORCENTAJE DE LA POBLACION QUE VIAJARA AL AÑO EN CAMIONETAS : 50%
 CAPACIDAD DE CARGA: 0.5 TON
 PORCENTAJE DEL EXCEDENTE PRODUCTOR TRANSPORTADO EN CAMIONETAS 3%
 NUMERO DE VIAJES AL AÑO : 8

CAMION 2E

CAPACIDAD DE CARGA: 4.0 TON
 PORCENTAJE DEL EXCEDENTE PRODUCTOR TRANSPORTADO EN CAMIONETAS 60%

CAMION 3E

CAPACIDAD DE CARGA: 10.0 TON
 PORCENTAJE DEL EXCEDENTE PRODUCTOR TRANSPORTADO EN CAMIONETAS 37%

Cuadro 9. Trafico Actual (Situación Óptima) - Tramo: Calzada – Faustinito Maldonado.

TIPO DE VEHICULO	IMDa	%
AUTOMOVIL	1	17%
CAMIONETA	2	33%
BUS MED.	0	0%
BUS GRAN	0	0%
CAMIÓN 2E	2	33%
CAMIÓN 3E	1	17%
TOTAL	6	100%

<u>Tasas de Crecimiento para el Trafico normal</u>	
Vehículos Ligeros y de pasajeros	0.9%
Vehículos Pesados de Carga	3.5%

Cuadro 10. *Cálculo del Índice Medio Diario.*

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TIPO DE VEHICULO	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
TRAFICO NORMAL	6	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Automovil	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Camioneta	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Bus Med.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus Gran	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Camión 3E	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
TRÁFICO GENERADO		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Automovil		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Camioneta		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bus Med.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus Gran		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Camión 3E		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
IMD TOTAL		14	14	14	14	14	14	14	14	14	14

3.2.5.3.2 RESULTADOS DEL ESTUDIO DE SUELOS

3.2.5.3.2.1 RESULTADOS DE CANTERAS

✓ Como propuesta original para la base o Afirmado del Expediente técnico Mejoramiento Del Camino Vecinal Calzada y Faustino Maldonado, el material de cantera a ser utilizada fue del cerro más cercano, ubicada a 500m del proyecto.

✓ Para el diseño final del proyecto se optó en mezclar la cantera del Rio Mayo y la cantera de suelos del Rio Huallaga 75%+25% TDF Los resultados del estudio de las canteras se presentarán en el Anexo 02.

3.2.5.3.2.2 RESULTADOS DE CALICATAS

El estrato superior e inferior, está conformado por Arcilla delgada con arena de plasticidad variable media, alta en su mayoría menores a 99% de finos ,color marrón rojizo, con una resistencia al corte regular de compresibilidad y expansión elevada en condición saturada con % de arena ,según la Clasificación SUCS; y según la Clasificación AASHTO pertenecientes a los grupos y sub - grupos A-7-6(20), a una profundidad de 0.10 - 1.50 m.De lo señalado se puede concluir que los suelos que componen el presente tramo son predominantemente finos con variado contenido de arenas. Los índices plásticos son en su mayoría menores a 25 y variables. Los límites líquidos son menores a 50 %.

Los resultados del estudio de las calicatas se presentarán en el anexo N°01 especificando los tipos de suelos presentados en el área del proyecto.

3.2.5.3.3 DISEÑO DEL AFIRMADO

3.2.5.3.3.1 DISEÑO DEL AFIRMADO

Para el dimensionamiento de los espesores de la capa de grava o Afirmado, se desarrolló el método de NAASRA.

3.2.5.3.3.2 DETERMINACIÓN DEL ESPESOR DEL AFIRMADO (MÉTODO NAASRA)

Basada en la ecuación empírica que relaciona el valor soporte del suelo (CBR) y la carga actuante sobre el Afirmado expresado en Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes:

$$e = \left[219 - 211 * (\log_{10} CBR) + 58 * (\log_{10} CBR)^2 \right] * \log_{10} * (Nrep / 120)$$

Donde:

e = espesor de la capa de Afirmado en mm.

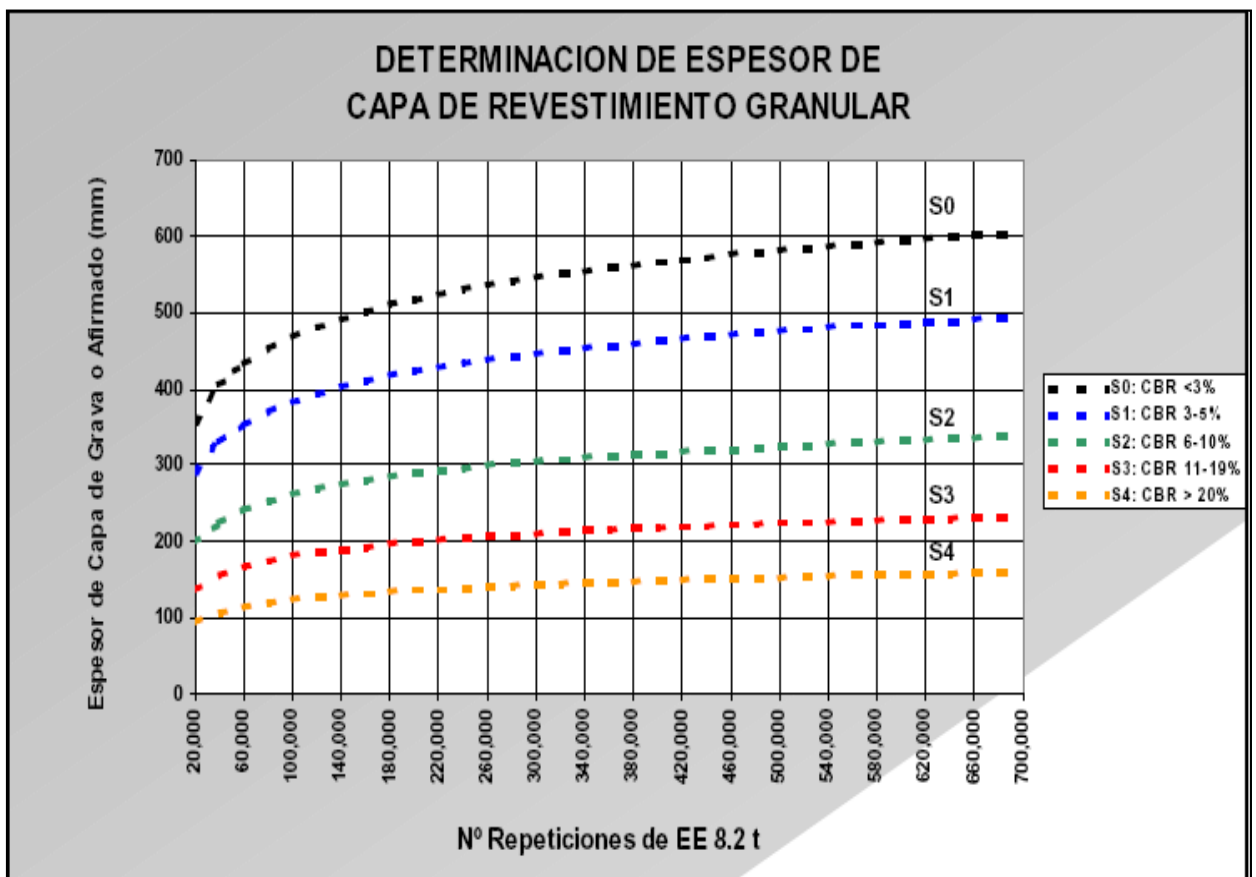
CBR = valor del CBR de la subrasante.

Nrep = número de repeticiones de EE para el carril de diseño.

Para el caso del proyecto el número de Repeticiones de EE se encuentra $1 \times 10^5 < X < 1 \times 10^6$ para un diseño de 10 años, exactamente $Nrep = 22015.4$ ($10^4 \times 2.2015.4$), y el CBR de diseño será aquel que represente el percentil 75% de los valores de CBR, obteniéndose para este valor un CBR de diseño de 8.71 % (al 95% de la Máxima Densidad Seca).

Luego de haber obtenido el valor del CBR de diseño según la figura N°11, aplicaremos la fórmula para determinar el espesor de la capa de revestimiento granular del método NAASRA, que relaciona el valor soporte del suelo (CBR) y la carga actuante sobre el Afirmado expresado en Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes.

Gráfico 12. *Determinación de Espesor de la Capa Granular Base, Mediante el Método NAASRA.*



Fuente: Elaboración en base a la ecuación de diseño del método NAASRA.

El cálculo de Nrep se realizará con la **TABLA N°22**

IMD Total ambos sentidos	Número de repeticiones de EE 8.2Tn
10	15725
14	X
20	31451

Fuente: Elaboración Propia.

$$20 - 10 / 20 - 14 = 31451 - 15725 / 31451 - X$$

Resolviendo la ecuación obtenemos **X = 22,015.4**

Procedemos a calcular el espesor del afirmado.

$$e = \left[219 - 211 * (\log_{10} CBR) + 58 * (\log_{10} CBR)^2 \right] * \log_{10} * (Nrep / 120)$$

Desarrollando y reemplazando la ecuación tenemos lo siguiente:

Para el tramo km 0+000 al 1+000 se tiene un CBR=11.01

$$e = \left[219 - 211 * (\log_{10} CBR) + 58 * (\log_{10} CBR)^2 \right] * \log_{10} * (Nrep / 120).$$

$$e = [219 - 211 * (\log_{10} (11.01)) + 58 * (\log_{10}(11.01))^2] * \log_{10} * (22015.4 / 120)$$

$$e = (219 - 211 * 1.041787 + 58 * 1.085320) * \log_{10}(183.46)$$

$$e = (219 - 219.817057 + 40.996256) * 2.263545$$

$$e = 62.131483 * 2.263545$$

$$e = 140.64 \text{ mm} = \mathbf{14.10 \text{ cm}}$$

Para el tramo km 1+000 al 3+000 se tiene un CBR=9.65

$$e = \left[219 - 211 * (\log_{10} CBR) + 58 * (\log_{10} CBR)^2 \right] * \log_{10} * (Nrep / 120).$$

$$e = [219 - 211 * (\log_{10} (9.65)) + 58 * (\log_{10}(9.65))^2] * \log_{10} * (22015.4 / 120)$$

$$e = (219 - 211 * 0.984527 + 58 * 0.969294) * \log_{10}(174.725)$$

$$e = (219 - 207.735197 + 56.219054) * 2.242355049$$

$$e = 67.483857 * 2.242355049$$

$$e = 152.75 \text{ mm}$$

$$\mathbf{e = 15.30 \text{ cm}}$$

Para el tramo km 3+000 al 4+280 se tiene un CBR=8.71

$$e = \left[219 - 211 * (\log_{10} CBR) + 58 * (\log_{10} CBR)^2 \right] * \log_{10} * (N_{rep} / 120)$$

$$e = [219 - 211 * (\log_{10} (8.71)) + 58 * (\log_{10} (8.71))^2] * \log_{10} * (22015.4 / 120)$$

$$e = (219 - 211 * 0.940018 + 58 * 0.883634) * \log_{10} (174.725)$$

$$e = (219 - 198.343798 + 51.250772) * 2.242355049$$

$$e = 71.906974 * 2.242355049$$

$$e = 162.76 \text{ mm}$$

$$\mathbf{e = 16.30 \text{ cm}}$$

En conclusión, al desarrollar la ecuación del método NAASRA, se ha determinado el espesor de la capa de revestimiento granular o Afirmado con 14.10 cm en el primer tramo, con 15.30 cm en el segundo tramo y con 16.30 cm de espesor el último tramo.

3.2.5.3.3 DESARROLLO DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Dada la naturaleza de los trabajos a realizar, es posible señalar que no se producirán mayores alteraciones en el medio ambiente, debido a que, en general los impactos negativos atribuidos al Proyecto han sido como considerados como menores y localizados.

Antes de proceder a identificar y evaluar los impactos del presente Proyecto, es necesario realizar la selección de componentes Interactuentes. Esto consistirá en conocer y seleccionar las principales actividades del Proyecto y el conjunto de

elementos ambientales del entorno físico, biológico, socio-económico y cultural que intervienen en dicha interacción.

Componentes Ambientales que podrían sufrir impactos.

Del medio Físico

- Aire, Agua, Suelo, Relieve, Paisaje.

Del medio Biológico

- Flora y Fauna.

Del medio Socio-económico y Cultural

- Transitabilidad vial, Actividad comercial local, Capacidad adquisitiva de la población local, Cobertura de los servicios de salud, Tranquilidad pública, Generación de empleo, Seguridad pública.

a) Identificación de impactos ambientales

Cumplido el proceso de selección de elementos Inter - actantes, se da inicio a la identificación de los impactos ambientales, para lo cual al hacer el Estudio definitivo deberá hacerse uso de la Matriz de Identificación de Impactos Ambientales.

b) Evaluación de los impactos ambientales

Una vez identificados los impactos en la fase anterior, se procede a su evaluación respectiva empleando los criterios indicados. Para ello de la misma forma se confeccionará la matriz de Evaluación de Impactos Ambientales.

c) Descripción de los principales impactos ambientales

Considerando que el Proyecto se refiere a una obra de Mejoramiento de infraestructura vial, donde no habrá cambios significativos en el medio, se estima que la ocurrencia de impactos ambientales estará asociada básicamente al manejo de las áreas de uso temporal (campamentos, patio de máquinas y botaderos), considerando las etapas del proceso.

d) Durante la etapa de construcción impactos negativos

- En el aire

Incremento de gases de combustión

Como es de esperar, uno de los potenciales impactos en la calidad del aire será producido por la emisión de gases, tales como: Dióxido de azufre (SO₂), hidrocarburos, monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂) y óxidos de nitrógeno (Nox). Provenientes del funcionamiento de la maquinaria y vehículos diésel, principalmente durante las actividades de perfilado y mejoramiento de la sub-rasante, transporte de material de cantera para el afirmado, así como en los movimientos de tierra, en general (cortes, excavaciones y rellenos).

En términos generales, se considera que las emisiones serán de magnitud variable entre baja y moderada, en algunos casos puntuales, pero mayormente lineales a lo largo de la vía de moderada duración, alta posibilidad de aplicación de medidas de mitigación y de significancia variable, entre moderada y baja. Incremento del ruido.

El funcionamiento de la maquinaria y los vehículos diésel durante el desarrollo de las operaciones y/o actividades descritas en los casos anteriores generará un incremento de los niveles de ruido ambiental en estas áreas. Sin embargo, por la naturaleza de dichas operaciones las emisiones serán por lo general menores. Sin embargo, en las áreas próximas no existen elementos frágiles que sean vulnerables a este tipo de contaminante, como ecosistemas especiales, que pudieran ser afectados, por ello, este efecto ha sido calificado como de magnitud baja, de corta duración.

▪ En el agua

Riesgo de alteración de las aguas superficiales

La esorrentía puede verse afectada sobre todo si las actividades se realizan en época de estiaje, sin considerar el comportamiento de la zona en época de lluvia. El problema se ocasionará debido a:

El vertido de materiales y desperdicios a las quebradas incrementando los sólidos.

Vertido accidental de grasa e hidrocarburos en las maestranzas, así como, vertido de aguas servidas de los campamentos o por la ubicación de los servicios higiénicos con descarga directa a las quebradas afluentes del río. Por tales consideraciones, este impacto ha sido calificado como de magnitud moderada, alta probabilidad de

ocurrencia, de influencia local, de corta duración y con alta posibilidad de aplicación de medidas de mitigación; siendo, por tanto, de moderada significancia.

- En el suelo

Riesgo de alteración de la calidad del suelo

La posibilidad de alteración de la calidad del suelo está referida a los derrames de combustible, grasa y aceite que puedan ocurrir en las áreas donde opere la maquinaria, principalmente en campamentos y talleres.

El riesgo de alteración de la calidad del suelo, no obstante haber sido calificado como de baja probabilidad de ocurrencia, de presentarse sus efectos serán puntuales, de moderada magnitud y de significancia moderada, pues no implicarán volúmenes considerables de vertido.

- En el paisaje

Alteración de la calidad del paisaje del lugar

La calidad del paisaje del lugar durante la etapa de ejecución de la obra podría verse afectada por la construcción y operación del campamento de obra. Se considera que la afectación a la calidad del paisaje del lugar no será muy notable debido a que se trata de un Proyecto de mejoramiento de caminos vecinales, donde la obra ya constituye un elemento del paisaje del lugar, además, las áreas de intervención temporal serán de pequeña extensión.

Por tales consideraciones, este impacto ha sido calificado como de magnitud variable entre moderada y baja, corta duración, de influencia local, poca posibilidad de aplicación de medidas de mitigación.

- En la flora

Reducción de la cobertura vegetal

Este impacto se producirá durante las operaciones de construcción de campamentos y patios de máquinas y la obra propiamente dicha, en pequeña escala.

Este impacto ha sido calificado como de baja magnitud, moderada posibilidad de medidas de mitigación de incidencia puntual y de baja significancia.

- En la fauna

Perturbación de la fauna local

Las operaciones de construcción de campamento y patio de máquinas y durante el desplazamiento de la maquinaria en la obra, podrían ocasionar perturbaciones en la fauna local, se estima que el incremento de la presencia humana y de maquinarias durante el proceso constructivo de la obra vial causará perturbación en la fauna mayor, debido a que se podría dar lugar a eventos migratorios de consideración.

Según la literatura ecológica disponible, ninguna de las especies del lugar se encuentra incluida en las listas de especies amenazadas o en riesgo de extinción.

Debido a la pequeña dimensión de las áreas a ser intervenidas con relación al entorno de la amplitud del ecosistema se prevé que este impacto sea de magnitud variable entre moderada y baja.

- En el aspecto social

La emisión de material particulado durante los movimientos de tierra (excavaciones), transporte de material y conformación de la superficie de rodadura la vía, también podría afectar la salud de los habitantes de las localidades cercanas.

En mérito a estas consideraciones este impacto ha sido calificado como de magnitud variable entre moderada y baja, poca probabilidad de ocurrencia, corta duración, con alta posibilidad de aplicación de medidas de mitigación y de significancia variable entre moderada y baja.

- Riesgo de afectación de la salud del personal de obra

Al no haber población en las áreas próximas a la vía, el riesgo de ocurrencia de este impacto recaerá exclusivamente sobre el personal de obra, y será ocasionado por la emisión de gases y material particulado proveniente de la Ejecución de la misma.

En este último caso, la salud del trabajador podría verse afectada a través de irritación en los ojos y en el aparato respiratorio, dermatitis.

En términos generales, este impacto ha sido calificado como de magnitud variable entre moderada y baja, mínima probabilidad de ocurrencia, duración moderada, alta posibilidad de aplicación de medidas de mitigación y de significancia variable entre moderada y alta.

- Generación de empleo local

La generación directa de empleo, es decir, todos los puestos de trabajo que demandará la ejecución del Proyecto de Mejoramiento de la vía en mención, está conformada desde las categorías especializadas hasta las categorías inferiores y no especializadas de la escala laboral; vale decir, peones y ayudantes de obra. Considerando que se dará preferencia a la mano de obra local, este impacto se producirá en las localidades más cercanas.

En términos generales, este impacto ha sido calificado como de baja magnitud; pues no obstante de ser de influencia zonal y de corta duración, el número de trabajadores es pequeño.

- Durante la etapa de abandono de la obra impactos negativos

- a. En el agua

- Alteración del drenaje natural

Este impacto se produciría principalmente si los desvíos temporales habilitados para facilitar el desplazamiento de los vehículos durante la ejecución de la obra, son restaurados inadecuadamente, ha sido calificada como de moderada magnitud, de influencia local, alta probabilidad de ocurrencia con alta posibilidad de aplicación de medidas correctivas de significancia moderada.

- b. En el suelo

- Riesgo de alteración de la calidad del suelo

La posibilidad de alteración de la calidad del suelo durante la etapa de abandono de la obra, está referida a los derrames accidentales o deliberados de combustible, grasa, aceite, entre otros restos, que puedan ocurrir principalmente en las áreas ocupadas por los campamentos y patios de máquinas.

Este impacto no obstante haber sido calificado como de moderada magnitud y de alta probabilidad de ocurrencia.

c. En el paisaje

○ Alteración de la calidad del paisaje

Este se producirá en caso de que las áreas de uso temporal, como campamentos y patios de máquinas, sean abandonados sin la correspondiente aplicación de medidas de restauración. El deterioro de la calidad del paisaje podría acentuarse si se produce abandono accidental o deliberado de residuos provenientes del desmantelamiento de dichas instalaciones.

Por tales consideraciones, este impacto ha sido calificado como de moderada magnitud.

Durante la etapa de funcionamiento impactos positivos y/o negativos a. En el agua

○ Mejora del drenaje superficial

El Mejoramiento vial, mejorará el drenaje superficial, reduciendo la posibilidad de ocurrencia de impactos negativos por las precipitaciones. Por ello este impacto ha sido calificado como de alta magnitud, de influencia local, de duración permanente, de indefectible ocurrencia y de alta significancia positiva. Los riesgos de ocurrencia de accidentes.

Este impacto potencial no solo está asociado a la etapa de funcionamiento del acceso vial, sino viene desde antes, y ocurre principalmente en donde las viviendas están próximas a la vía, siendo de significancia moderada.

3.2.6 OTROS ESTUDIOS ESPECIALES PRELIMINARES Y COMPLEMENTARIOS.

Para la elaboración de la presente Tesis “ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CALZADA EMPALME SM 597 (SUNISACHA) – (FAUSTINO MALDONADO) DISTRITO DE CALZADA PROVINCIA DE MOYOBAMBA REGION SAN MARTIN”.

Se realizaron una serie de estudios preliminares (Impacto Ambiental, Peligro, Vulnerabilidad y Riesgos) para lo cual se realizaron análisis detallados con múltiples informaciones, para cuya elaboración se tuvieron que desarrollar una serie de trabajos, cuyos métodos de efectuarlos se citan a continuación:

- Se consideró la recolección de datos, mediante las encuestas realizadas, información de las instituciones de la localidad y de la revisión e información de otros estudios, y sobre todo mediante múltiples trabajos de campo.
- Se hizo un análisis situacional completo; los que permitieron apreciar la magnitud del sistema (población actual, población futura, fácil transporte y mejorar la economía); los datos correspondientes a las características de la zona (topografía, geología, catastro, tipo de suelo, vulnerabilidad, impacto ambiental, clima, áreas disponibles)

IV RESULTADOS

En este Capítulo presentamos los resultados obtenidos en la investigación, los mismos que se detallan como siguen:

4.1 CARACTERÍSTICAS MÁS SOBRESALIENTES DE LA CARRETERA

Longitud	9,115.00 Km
Clasificación por su IMDA	T0 (0 – 15 Veh)
Clasificación por su Función	Camino Vecinal
Clasificación por el Tipo de Relieve	Carretera en Terreno Llano
Clasificación por el Tipo de Demanda	Carretera de tercera clase
Clasificación por el Tipo de Obra por Ejecutarse	Mejoramiento del camino vecinal a nivel de Afirmado y diseño de obras de arte
Velocidad Directriz	30 Km/h
Radio Mínimo	20 m
Ancho de Plataforma	4.5 m
Bombeo	2.50%
Cunetas Triangulares	Revestido con concreto simple $f'c=175$ Kg/cm ² .

Fuente: Elaboración Propia.

4.2 RESULTADOS DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

El Estudio del Impacto Ambiental nos ha permitido obtener la siguiente información:

Cuadro 11. *Matriz de Impactos Ambiental.*

MEDIO	IMPACTO	MAGNITUD DEL			
		Muy Bajo	Regular	Alto	Muy Alto
Calidad del Aire	Aumento de niveles de inmisión:				
	Partículas, ₂		X		
	Metales pesados NO,CON, SO ₂		X		

MEDIO	IMPACTO	MAGNITUD DEL			
		Muy Bajo	Regular	Alto	Muy Alto
Ruidos	Incremento de niveles sonoros:				
	Continuos		X		
	Puntuales		X		
Clima	Cambios micro climáticos	X			
Geología y Geomorfología	Aumento inestabilidad		X		
	Laderas y superficies		X		
Hidrología Superficial y Subterránea	- Pérdida de calidad de aguas	X			
	- Cambios en los flujos de caudales		X		
	- Cambios en los procesos de erosión y sedimentación		X		
	- Afectaciones a masas de aguas superficiales (zonas húmedas, esteros, etc.)		X		
	- Interrupción de flujo de aguas subterráneas	X			
	- Disminución de la tasa de recarga de acuíferos	X			
Suelos	Destrucción directa		X		
	Compactación		X		
	Aumento de erosión		X		
	Disminución de la calidad edáfica	X			
Vegetación	- Destrucción directa de la vegetación	X			
	- Alteración de población de especies	X			
	- Destrucción de poblaciones de especies	X			
	- Acumulación de metales pesados por deposición de Pb	X			
	- Cambios en las comunidades vegetales por pisoteo		X		
	- Pérdida de productividad por aumento de los niveles de emisión de partículas	X			

MEDIO	IMPACTO	MAGNITUD DEL			
		Muy Bajo	Regular	Alto	Muy Alto
	- Destrucción directa de la fauna principalmente edáfica		X		
	- Destrucción del hábitat de especies terrestres	X			
Paisaje	- Visibilidad e intrusión visual de la nueva obra	X			
	- Contraste cromático y estructural de la cantera	X			
	- Denudación de superficies		X		
	- Cambios en las formas del relieve		X		
	- Cambios de la estructura paisajista	X			
	- Aumento de ruidos y sonidos no deseables	X			
Socio económico	- Cambios en la estructura demográfica		X		
	- Cambios en los procesos migratorios		X		
	- Redistribución espacial de la población		X		
	- Efectos en la población activa		X		
	- Pérdida de terrenos productivos		X		
	- Alteraciones de la accesibilidad, efecto		X		
	- Cambios en la productividad de terrenos			X	
	- Deficiencia en los servicios	X			
	- Pérdida del sistema de vida tradicional	X			

4.3 RESULTADOS DEL ESTUDIO DE SUELOS

CALICATA MUESTRA	PROGRESIVA	PROFUNDIDAD	DESCRIPCION DE LAS CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS
C-01	KM 0 + 000	1.5m	Es una arcilla inorgánica de mediana plasticidad, con resistencia al corte regular de compresibilidad y expansión elevada en condición saturada.
C-02	KM 1 + 000	1.5m	Es una arcilla inorgánica de mediana plasticidad, con resistencia al corte regular de compresibilidad y

4.3 RESULTADOS DEL ESTUDIO DE SUELOS			
CALICATA MUESTRA	PROGRESIVA	PROFUNDIDAD	DESCRIPCION DE LAS CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS
			expansión elevada en condición saturada.
C-03	KM 3 + 000	1.5m	Es una arcilla inorgánica de mediana plasticidad, con resistencia al corte regular de compresibilidad y expansión elevada en condición saturada.
C-04	KM 4 + 000	1.5m	Es una arcilla inorgánica de mediana plasticidad, con resistencia al corte regular de compresibilidad y expansión elevada en condición saturada.
C-05	KM 5 + 000	1.5m	Es una arcilla inorgánica de mediana plasticidad, con resistencia al corte regular de compresibilidad y expansión elevada en condición saturada.
C06	KM 6 + 000		Es una arcilla inorgánica de mediana plasticidad, con resistencia al corte regular de compresibilidad y expansión elevada en condición saturada.
C-07	KM 07+ 000		Es una arcilla inorgánica de mediana plasticidad, con resistencia al corte regular de compresibilidad y expansión elevada en condición saturada.
C-08	KM 08+ 000		Es una arcilla inorgánica de mediana plasticidad, con resistencia al corte regular de compresibilidad y expansión elevada en condición saturada.
C-09	KM 09+ 115		Es una arcilla inorgánica de mediana plasticidad, con resistencia al corte regular de compresibilidad y expansión elevada en condición saturada.

4.4 RESULTADOS DEL ESTUDIO DE CANTERA

Afín de determinar el material que se debe emplear en la construcción de la (Capa de Afirmado); se estudió los depósitos de suelos de las Canteras.

Cantera del Rio Mayo

4.5 RESULTADOS SOBRE EL TRÁFICO PROYECTADO.

Del estudio del Tráfico, se determinó.

Tipo De Tráfico	Vehículos Ligeros	Camiones/Ómnibus		IMDA
	Autos y Camionetas	C - 2	C - 3	
Normal X FCE	5	3	2	10
Porcentaje	3.00%	60.00%	37.00%	100%
Generado	2	1	1	4
Total Al 2025	7	4	3	14

Fuente: Elaboración Propia

4.6 RESULTADOS DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO.

A. Del Diseño Realizado por el Método de NAASRA nos da los siguientes resultados:

El espesor del afirmado es $E = 15.00$ cm

4.7 PRESUPUESTO GENERAL.

La inversión total para la ejecución de la obra de diseño geométrico y de pavimentos a nivel de afirmado de la carretera Calzada Faustino Maldonado tiene un valor total de 5, 034,247.34 nuevos soles.

4.8 DRENAJE.

Estructura de Alivio.

Son elementos del Drenaje Superficial, ubicados a distancia entre alcantarilla establecida de manera de evitar que las cunetas sobrepasen su tirante previsto de agua, teniendo en cuenta las precipitaciones previstas en la zona y a las dimensiones de la cuneta. La longitud de las cunetas entre alcantarillas de alivio será de 250m como máximo para suelos no erosionables o poco erosionables. Para otro tipo de suelos susceptibles a erosión, la distancia podrá disminuirse de acuerdo a los resultados de la evaluación técnica de las condiciones de pluviosidad, cobertura vegetal de los suelos, taludes naturales y otras características de la zona.

Estructuras de Paso.

Son los elementos del Drenaje Superficial considerados, para evacuar aguas provenientes de cauces permanentes y temporales, evitando el efecto destructivo que

ejercerían sobre el pavimento de no ser controlados. Por ello, su dimensionamiento obedece a la capacidad de evacuación de caudales para periodos de retorno recomendados y, asimismo, a las condiciones topográficas que señalan que el tirante de agua está por debajo de la rasante proyectada en el respectivo cruce.

Por ello, ante la presencia de cauces con tirante superior de la cota de diseño de rasante, en los puntos de intersección con la vía, así como la capacidad de arrastre de sedimentos, palizadas y demás elementos transportados en las épocas de lluvias intensas; se propone la construcción de estructura de drenaje superficial llamadas Badenes, para el caso, conformadas por losas de mampostería de piedra de 0.20m de espesor según su ubicación en tramo recto o curvo. La capacidad de evacuación de aguas a través de la carretera está garantizada con las pendientes de entrada y salida, formando a lo largo de la vía una sección en forma de canal trapezoidal con taludes del orden del 5% al 20%, de forma simétrica.

Asimismo, se plantean alcantarillas tipo TMC y alcantarillas tipo Marco. En efecto, a lo largo del recorrido de la carretera por mejorar se han identificado los siguientes cauces y la propuesta técnica para favorecer un correcto drenaje en la vía. se han ubicado y priorizado las siguientes.

CUADRO Nº 12 DE ALCANTARILLA TIPO TMC				
Nº	UBICACIÓN KM	SECCION	LONGITUD (M)	ESTADO
01	4+600	Ø=36"	8.00	PROYECTADO
02	4+720	Ø=36"	8.00	PROYECTADO
03	5+445	Ø=36"	8.00	PROYECTADO
04	6+780	Ø=36"	8.00	PROYECTADO
05	7+180	Ø=36"	8.00	PROYECTADO
06	7+410	Ø=36"	8.00	PROYECTADO
07	7+710	Ø=36"	8.00	PROYECTADO
08	7+615	Ø=36"	8.00	PROYECTADO
09	7+980	Ø=36"	8.00	PROYECTADO
10	8+360	Ø=36"	8.00	PROYECTADO
11	8+410	Ø=36"	8.00	PROYECTADO

CUADRO Nº 13: ALCANTARILLA TIPO MARCO 1.0 X 1.0				
Nº	UBICACIÓN KM	TIPO CONCRETO	LONGITUD (M)	ESTADO
01	1+460	ARMADO	8.00	PROYECTADO
02	1+895	ARMADO	8.00	PROYECTADO
03	2+590	ARMADO	8.00	PROYECTADO
04	5+850	ARMADO	8.00	PROYECTADO
05	6+180	ARMADO	8.00	PROYECTADO
06	7+040	ARMADO	8.00	PROYECTADO

CUADRO Nº 14: ALCANTARILLA TIPO MARCO 0.55 X 0.50 - ACCESOS				
Nº	UBICACIÓN KM	LADO	LONGITUD (M)	ESTADO
01	00+820	D	6.00	PROYECTADO
02	01+400	D/I	6.00	PROYECTADO
03	01+580	D	6.00	PROYECTADO
04	02+240	I	7.00	PROYECTADO
05	02+408	I	10.00	PROYECTADO
06	02+840	D	7.00	PROYECTADO
07	02+880	I	7.00	PROYECTADO
08	03+180	I	7.00	PROYECTADO
09	03+190	D	7.00	PROYECTADO
10	03+420	I	6.00	PROYECTADO
11	03+560	I	7.00	PROYECTADO
12	03+720	I	6.00	PROYECTADO
13	03+840	D	7.00	PROYECTADO
14	03+920	D	7.00	PROYECTADO
15	04+120	I	6.00	PROYECTADO
16	04+700	D	7.00	PROYECTADO
17	05+100	D	6.00	PROYECTADO
18	05+445	I	6.00	PROYECTADO
19	05+480	D	10.00	PROYECTADO
20	06+260	D	6.00	PROYECTADO
21	06+260	I	7.00	PROYECTADO

CUADRO N° 15 CUNETAS TRIANGULARES DE CONCRETO				
Nº	UBICACIÓN DEL		LADO	ESTADO
	KM	AL		
01	00+425	00+820	A/L	PROYECTADO
02	01+460	01+700	A/L	PROYECTADO
03	02+320	02+590	A/L	PROYECTADO
04	03+180	03+465	A/L	PROYECTADO
05	04+780	04+895	A/L	PROYECTADO
06	05+020	05+108	A/L	PROYECTADO
07	05+480	05+850	A/L	PROYECTADO

CUADRO N° 16: BADENES DE CONCRETO			
Nº	UBICACIÓN KM	SECCION	ESTADO
01	3+465	5.0 X 8.0	PROYECTADO
02	3+760	5.0 X 8.0	PROYECTADO
03	4+245	5.0 X 8.0	PROYECTADO
04	6+270	5.0 X 8.0	PROYECTADO

CUADRO N° 17: PUENTE DE CONCRETO			
Nº	UBICACIÓN KM	LONGITUD	ESTADO
01	8+615	20.00	PROYECTADO

Las obras de arte estarán gobernadas por las siguientes obras de arte:

Cunetas. - En los tramos largos y de fuerte pendiente, la erosión y socavación se controlará con caídas tipo cárcavas usando estacas de troncos de la zona.

Alcantarillas. -Se han proyectado alcantarillas de tipo TMC de 36" de diámetro, y alcantarilla de concreto tipo Marco de dimensiones variables, Las dimensiones de

dichas estructuras se basan en observación visual y a la consulta de la población de las máximas avenidas y de la carga hidráulica que pasaran por cada una de las estructuras.

Badenes. - Se han proyectado badenes de concreto armado con la finalidad de proteger la plataforma de la erosión y mantener la viabilidad de la vía.

V. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- El proyecto correspondiente al ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL CALZADA - EMPALME SM 597 (SUNISACHA) – EMPALME SM 599 (FAUSTINO MALDONADO) DISTRITO DE CALZADA – PROVINCIA DE MOYOBAMBA REGION SAN MARTIN, comprende una longitud de KM =09+115 según el perfil; esta carretera se desarrolla sobre terrenos de topografía predominantemente accidentada por lo que la geometría del eje ha sido diseñada adaptándose a la topografía del terreno.
- Las características geométricas de la carretera se obtuvieron respetando los parámetros exigidos por las Normas Peruanas de Carreteras, y por ser esta una vía de tercera clase los parámetros excepcionales suelen salir a relucir en el diseño del mismo, permitiendo así lograr una geometría más compacta.
- Este estudio contribuirá como una alternativa de solución técnico-económica para la construcción de la carretera a nivel de afirmado, la vía se encuentra dentro de la categoría de TERCERA CLASE con una longitud de 9+215.26 Km, por la cual se consideró para el diseño del espesor del afirmado el Manual de Carreteras No Pavimentadas con Bajo Volumen de Transito, ya que se trata de una carretera de índice Medio Diario (IMD), menor a 200 vehículos por día.
- En la exploración del subsuelo o terreno de fundación, se ejecutó un total de 5 calicatas o excavaciones a cielo abierto, ubicadas convenientemente de tal manera de cubrir el área en estudio y determinar su perfil estratigráfico, para la determinación del CBR, Grado de Compactación y demás características, permitiéndonos estos datos conjuntamente con el índice del tráfico determinar el espesor del pavimento. Predominando los suelos arcillosos y limosos, por lo que estos suelos no serán utilizados para rellenos donde los tramos necesiten llegar a la cota de la subrasante.

5.1 SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

De acuerdo al análisis y diseños realizados se opta como una alternativa válida el diseño geométrico, de pavimento y obras de arte la que propone como alternativa de

Mejoramiento de la carretera CALZADA - FAUSTINO MALONADO a nivel de afirmado dotando de una vía rápida segura y eficaz; reduciendo altos costos de transporte.

5.2 CONSTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Del análisis técnico, se desprende que la alternativa seleccionada de diseño geométrico, de pavimento y obras de arte para la construcción de la infraestructura vial, permite a la población de Calzada y Faustino Maldonado contar con una vía en condiciones óptimas para el traslado rápido, eficaz y seguro de sus productos agrícolas.

El diseño y ejecución vial incrementará enormemente los ingresos de la población de Calzada y Faustino Maldonado y por ende mejorando sus condiciones de vida.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- El Diseño Geométrico, de Pavimento y de obras de arte incrementará a la Localidad de Calzada y Faustino Maldonado, el potencial económico, social, turístico, cultural, además permitirá contar con un servicio de infraestructura vial con óptimas condiciones de circulación rápida, eficaz y segura mejorando la calidad de vida, de la población del área de influencia del proyecto.
- Se ha determinado que el tránsito vehicular en el camino vecinal es menor a 400 vehículos por día, siendo de esta manera un camino de bajo volumen de tránsito, es por ello que al calcular el Número de Repeticiones de ejes equivalentes nos resulta un valor numérico bajo, esto significa que no será necesario mayores espesores de pavimento.
- El período de diseño será 10 años para todas las estructuras, considerando los diversos parámetros de la vida útil de los elementos que conforman la infraestructura vial.
- Se ha extraído material para afirmado de la cantera cerca al río Tonchima y se ha determinado las características mecánicas de cada uno de ellas concluyendo que al ser mezclado 75% + 25% del Terreno de Fundación cumple con la normatividad que rige para la construcción de carreteras.
- El diseño del método NAASRA cumple con las expectativas propuestas, para el diseño en caminos con bajo volumen de tránsito.
- Los diseños hidráulicos, geométricos y espesor del pavimento, que se realizaron para el estudio del proyecto están acorde a los criterios de diseño contemplados en las Normas Peruanas de Diseño Geométrico de Carreteras y el Reglamento de Gestión de Infraestructura Vial y Manual de Diseño de Caminos de No Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito.

- Se optó por alcantarillas de tubería metálica corrugada por su fácil armado y colocado, con diámetros mínimo de 36", para garantizar la facilidad en el mantenimiento de los conductos.
- Los radios se han adoptado en función a la velocidad directriz y las condiciones topográficas del terreno, siendo necesario adoptar radios con longitudes iguales al mínimo excepcional.

6.2 RECOMENDACIONES

- El Sector Transportes y demás entes encargados deberían recomendar que los estudios de Impacto Ambiental en proyectos de carreteras en zonas de Selva se realicen estrictamente y tengan un amplio enfoque en problemas ambientales, políticos, territoriales, salud, población, educación, conservación, preservación y prevención.
- El método NAASRA, es el adecuado en caminos de bajo volumen de tránsito.
- Al aspecto geométrico se deberá ejecutar de acuerdo a lo estipulado en los planos, salvo alguna variante que justifique su ejecución; pero se deberá hacer prevalecer lo técnico a lo económico.
- Al no existir napa freática en el tramo en estudio, no es necesario ejecutar obras de drenaje subterráneo, pero si es importante proyectar alcantarillado y construcción de cunetas.
- Implementar un plan de mantenimiento de la infraestructura vial dándole énfasis al sistema de drenaje, puesto que el agua es el mayor causante de daños en la subrasante.

VII.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Bustamante, F. (1997). *Estructuración de Vías Terrestres*. Editorial: continental. México.
- Cárdenas, J. (2002). *Diseño Geométrico de Carreteras*. Primera Edición, Bogotá – Colombia
- Céspedes, A. J. (2014). *Diseño Geométrico de Carreteras*. MTC, Lima, Perú.
- Crespo, C. (1996). *Caminos, Ferrocarriles, Aeropuertos, puentes y Puertos*, Editorial Limusa, Tercera Edición, México.
- DIRECCION DE CAMINOS. (1963). *Especificación para Construcción de Puentes y Carreteras*. Lima – Perú.
- Durán, M.R. (2000). *Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito*, SIECA, Primera Edición, Ciudad Guatemala, Guatemala.
- Durán, M.R. (2001). *Manual Centroamericano De Normas Para El Diseño Geométrico De Las Carreteras Regionales*, SIECA, Primera Edición, Ciudad Guatemala, Guatemala.
- EDICIONES CIENCIAS, (1996) *El arte del trazado de Carreteras*, Editorial “Ciencias” S.R.L. segunda edición, Lima – Perú.
- Frederick s., M. (1992). *Manual del Ingeniero Civil*, Editorial Mc Graw Hill, 3ra Edición. México.
- GOBIERNO REGIONAL DE SAN MARTÍN (2004). *Plan Vial Participativo Departamental de San Martín*, Moyobamba, Perú.

Guerra, C. (1997) *Carreteras, Ferrocarriles, Canales, Localización y Diseño Geométrico*, Editorial América, Tercera Edición, Lima-Perú.

INSTITUTO DE GERENCIA Y CONSTRUCCION, (2013). *Diseño, Construcción y Mantenimiento*. Lima, Perú.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA. (2007). *Censos Nacionales 1,993 IX de Población IV de Vivienda Perfil Socio Demográfico N° 21*, Lima Perú.

Martínez, A. (1996). *Geología y Geotécnica de Moyobamba y Alrededores (Después del Terremoto del 19-6-68)*. UNI – FIC- Laboratorio De Geología.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, (2008). *Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo*. Volumen de Transito, N° 305-2008-MTC/02, segunda edición, Lima – Perú, Abril 2008.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. (2008). *Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo*. Volumen de Transito, N° 303-2008-MTC/02, primera edición, Lima – Perú.

Pinedo, A. (2013). *Diseño y Rehabilitación del camino vecinal Pelejo – Paplaya*, (Tesis de grado), UNSM, Tarapoto, Perú.

Ponce, J.M. (2012). *Estudio definitivo a nivel de ejecución del camino vecinal calzada – sector Potrerillo tramo: km 0 + 000 – km 2 +920*. (Tesis de grado), UNSM, Tarapoto, Perú.

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. (2014). *Estación Pluviométrica de Tarapoto*. Tarapoto, Perú.

Villega, J.G y Salas, J. (2014). *Diseño Geométrico y de Pavimentos de la Carretera Ledoy Bellavista*. (Tesis de grado), UNSM, Tarapoto, Perú.